تصوير ابو عبدالرحمن الكردي

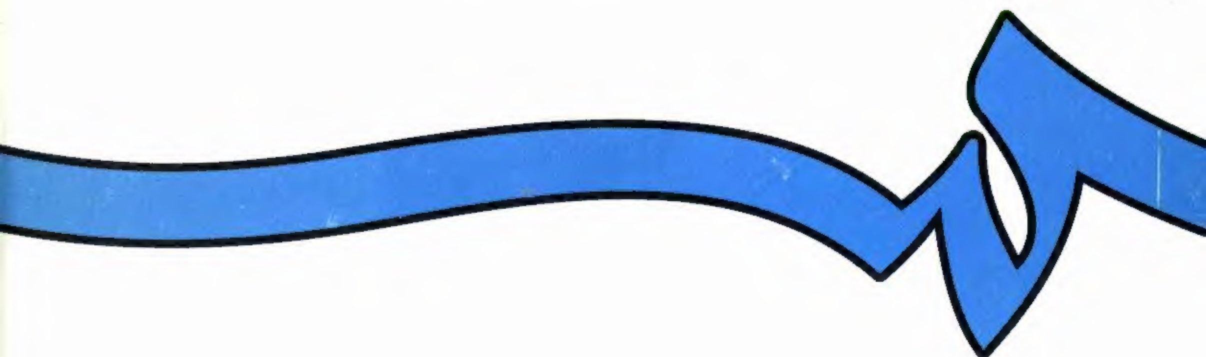


سیستم اطلاعات مدیریت

(مدل‌سازی اطلاعات)



دکتر علی رضائیان



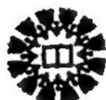
سیستم اطلاعات مدیریت

(مدل سازی اطلاعات)

دکتر علی رضائیان

تهران

۱۳۸۷



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

رضائیان، علی، ۱۳۲۳ ـ
سیستم اطلاعات مدیریت / علی رضائیان. ـــ تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۸۰.
هشت، ۲۴۶ ص. نمودار. ـــ («سمت»؛ ۵۵۷: مدیریت؛ ۳۷)
ISBN 978-964-459-590-5 بها: ۲۴۵۰۰ ریال.
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
پشت جلد به انگلیسی: Ali Rezaian. Management Information System (Data Modeling).
کتابنامه: ص. ۲۴۳ ـ ۲۴۶.
چاپ اول: زمستان ۱۳۸۰، چاپ هشتم: تابستان ۱۳۸۷.
۱. نظامهای اطلاعاتی مدیریت. الف. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت). ب. عنوان.
۹ س ۶ ر / T ۵۸/۶ ۶۵۸/۴۰۳۸
کتابخانه ملی ایران ۸۰-۲۲۶۸۱م



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

سیستم *اطلاعات مدیریت (مدلسازی اطلاعات)*

دکتر علی رضائیان (استاد دانشگاه شهید بهشتی)

چاپ اول: زمستان ۱۳۸۰

چاپ هشتم: تابستان ۱۳۸۷

تعداد: ۱۰۰۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: سمت

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

قیمت ۲۴۵۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندگان و عوامل توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)، روبروی پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۲ـ۴۴۲۴۶۲۵۰.

www.samt.ac.ir info@samt.ac.ir

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخهبرداری، ترجمه و جز اینها برای «سمت» محفوظ است (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با درنظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبانی و مسائل این علوم است.

ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیّت موضوع اقتضا می‌کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می‌شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همّت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته‌های علوم انسانی به تألیف و ترجمهٔ منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحبنظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحلهٔ کمال مطلوب آن، باید به تدریج و پس از انتقادها و یادآوریهای پیاپی ارباب‌نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته‌های مدیریت بازرگانی، صنعتی، دولتی، بیمه، صنایع و رشته حسابداری در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به عنوان منبع اصلی درس «سیستم اطلاعات مدیریت» به ارزش ۲ و ۳ واحد تدوین شده است. امید است علاوه بر جامعه دانشگاهی، سایر علاقه‌مندان نیز از آن بهره‌مند شوند.

از استادان و صاحبنظران ارجمند تقاضا می‌شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعهٔ دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه

پیشگفتار ۱

فصل اول: نگاهی کلی بر سیستمهای اطلاعاتی ۵

سیر تحول سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر رایانه ۵

مدیریت اطلاعات و رایانه ۷

علاقه داشتن به مدیریت اطلاعات (۸) دانش مدیریت (۹) تکامل سیستمهای مبتنی بر رایانه (۹) تمرکز نخستین بر «داده» (۱۰) تمرکز جدید بر اطلاعات (۱۰) تمرکز بر سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (۱۰) تمرکز جاری بر ارتباطات (۱۱) تمرکز بالقوه بر مشاوره (۱۱) مدلی از سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر رایانه (۱۲)

سیستم اطلاعات مدیریت ۱۲

دلایل توجیهی سیستم اطلاعات مدیریت ۱۵

ویژگیهای سیستم اطلاعات مدیریت ۱۶

دامهایی در طراحی سیستم اطلاعات مدیریت ۱۸

پرسشها ۲۱

واژه‌ها و مفاهیم مهم ۲۲

فصل دوم: سلول‌گرایی، زیربنای تحولات در صنعت رایانه ۲۳

راهبرد سلول‌گرایی ۲۳

راه‌حلی برای پیچیدگی روزافزون ۲۴

فراگرد «سلول‌گرایی» و قواعد آشکار و پنهان آن ۲۶

عنوان	صفحه

سلول‌گرایی در خارج از صنعت رایانه	۲۷
تداوم حیات در محیط پویا	۳۱
رهبری در عصر معرفت	۳۳
پرسشها	۳۶
واژه‌ها و مفاهیم مهم	۳۶
فصل سوم: عناصر سیستم اطلاعاتی	۳۷
طبقه‌بندی اطلاعات (۳۹) چرخهٔ حیات «داده» (۴۱)	
مقایسه داده و اطلاعات	۴۴
مدیریت «داده‌ها»	۴۷
انواع داده	۴۷
نرم‌افزار	۵۱
انواع نرم‌افزار (۵۲)	
سخت‌افزار	۵۳
تسهیلات	۵۳
خلاصه عناصر تشکیل دهنده سیستم (۵۴)	
مدل «چهار مرحله‌ای» ایجاد سیستم	۵۴
مرحله تعیین خواسته‌ها (۵۶) مرحله ارزیابی (۵۹) مرحله تعیین مختصات طراحی (۶۰) مرحله استقرار (۶۱)	
پرسشها	۶۱
واژه‌ها و مفاهیم مهم	۶۲
فصل چهارم: طراحی ساختار مفهومی اطلاعات	۶۳
ساختار مفهومی اطلاعات	۶۳
ساخته‌های طراحی ساختار اطلاعات (مدلسازی اطلاعات) (۶۹) موجودیت (۶۹) ویژگی (۷۱) رابطه (۷۴) نشانگر (۸۱) وابستگی حیاتی و وابستگی نشانگر (۸۳) نقش (۸۴)	
علایم بدیل (جایگزین) برای مدلسازی اطلاعات	۸۹

عنوان **صفحه**

تعیین اعتبار مدلهای اطلاعات با استفاده از نمودار جریان اطلاعات ۹۱
ساختن مدل مفهومی اطلاعات ۹۲
پرسشها ۹۶
واژه‌ها و مفاهیم مهم ۹۷
تمرینها ۹۷

فصل پنجم: طراحی پایگاه داده‌ای ۱۰۳
درآمدی بر طراحی پایگاه داده‌ای (اطلاعاتی) ۱۰۳
طراحی پایگاه اطلاعاتی برای شرکت پخش عدالت‌گستر (۱۰۶)
«ساخته»های طراحی منطقی پایگاه اطلاعاتی ۱۱۳
عناصر اطلاعات (داده) (۱۱۳) سابقه (۱۱۵) کلید (۱۱۵) رابطه (۱۱۶)
ساخته‌های طراحی فیزیکی پایگاه اطلاعاتی ۱۱۹
سابقه فیزیکی (۱۲۰) سازمان پرونده (۱۲۲) فهرست دوم (فرعی) (۱۲۵)
سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی ۱۲۷
سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی سلسله مراتبی (۱۳۱) سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای (۱۳۴) سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای (۱۳۵)
پرسشها ۱۳۷
واژه‌ها و مفاهیم مهم ۱۳۸
تمرینها ۱۳۹

فصل ششم: طراحی برنامه نظام‌یافته ۱۴۳
مقدمه طراحی برنامه ۱۴۳
فرهنگ «داده‌ها» (۱۴۴)
فنون طراحی برنامهٔ نظام‌یافته ۱۵۰
نمودار ساخت (۱۵۰) زبان تعریف برنامه (۱۵۸)
روش تهیه نمودار ساخت ۱۶۰
تجزیه و تحلیل تبدیل (۱۶۰) تجزیه و تحلیل داد و ستد (۱۶۳) نحوهٔ افزودن پایگاه اطلاعاتی و مختصات تعامل به نمودار ساخت (۱۶۸)

عنوان	صفحه

مشخص کردن سلولها با استفاده از «زبان تعریف برنامه» ۱۷۱
پرسشها ۱۷۳
واژه‌ها و مفاهیم مهم ۱۷۵
تمرینها ۱۷۵

فصل هفتم: پالایش مختصات برنامه ۱۷۷
مقدمه ۱۷۷
زوجی بودن ۱۷۷
زوجی اطلاعاتی (۱۷۸) زوجی مُهر شده (۱۸۳) زوجی کنترلی (۱۸۴) زوجی معمولی (۱۸۷) زوجی محتوایی (۱۸۹)
انسجام ۱۹۰
انسجام کارکردی (۱۹۱) انسجام ترتیبی (۱۹۲) انسجام ارتباطاتی (۱۹۴) انسجام رویه‌ای (۱۹۴) انسجام موقتی (۱۹۶) انسجام منطقی (۱۹۸) انسجام تصادفی (۲۰۰)
اندازهٔ سلول ۲۰۲
بسط ۲۰۴
قبض ۲۰۶
آزمایش، به رمز درآوردن، و بسته‌بندی نرم‌افزار ۲۰۶
سلولهای متعامل، پایگاه اطلاعاتی، سلولهای مشاغل، و سلولهای بار ۲۰۸
به رمز درآوردن و آزمایش ۲۱۴
برنامه‌های طراحی ۲۱۴
پرسشها ۲۱۶
واژه‌ها و مفاهیم مهم ۲۱۹
تمرینها ۲۱۹
ضمیمه ۲۲۲
منابع و مآخذ ۲۴۳

پیشگفتار

یکی از هیجان‌انگیزترین چالشها در جامعهٔ پیچیده نوین، چالش ادارهٔ عواملی از دولت و صنعت است که قویاً در تعامل با یکدیگرند، عواملی مانند فقر، آلودگی هوا، رشد بی‌رویهٔ جمعیت، بیکاری،... که همگی به گونه‌ای شکلهایی از بحران را نمایان می‌سازند و هنوز به اندازه کافی به آنها پرداخته نشده است. کار نظم بخشیدن و هدایت صحیح این بحران، به عنوان ضرورتی، فرا روی دست‌اندرکاران جوامع بشری قرار گرفته است.

بنابراین، وظیفهٔ هر سازمانی در این جامعهٔ متحول، ایجاد نظم است که در این راستا عامل اساسی مورد نیاز برای نظم بخشیدن به هر سیستمی، اطلاعات دقیق و بموقع می‌باشد. در سراسر تاریخ، هم دولتها و هم سازمانهای بخش خصوصی، به کسب اطلاعات به منظور ایجاد تغییر و همچنین شناخت ساختار اولیهٔ مناسب برای جامعه و سازمان علاقه نشان داده‌اند. مطمئناً اگر اهداف دیگری در کار نباشد، هر دو، تشکیلات وسیعی را برای جمع‌آوری اطلاعات به منظور تداوم بخشیدن به نظم امور نیاز دارند. اطلاعات در گذشته ارزش ناچیزی داشته و در تصمیم‌گیریها کمتر به کار می‌رفت. درحالی که امروزه، اطلاعات مهمترین منبع مدیر بعد از عامل انسانی محسوب می‌شود (تیراف[1]، ۱۹۸۴، ص ۴).

مفهوم اطلاعات بر این باور تأکید دارد که چیز باارزشی به فردی یا سازمانی منتقل گشته است، بنابراین از آنجا که افراد به منابع اطلاعاتی چندگانه متوسل شده و حجم و سرعت تولید اطلاعات همواره رو به افزونی است، ایجاد نوعی سیستم که تمامی

1. Robert J. Thierauf

این اطلاعات را پالایش، فشرده، ذخیره و منتقل کند ضروری است و به همین سبب است که سیستم اطلاعاتی، برای استفادهٔ مدیران در سازمان ایجاد می‌شود که آن را سیستم اطلاعات مدیریت نام نهاده‌اند (شودریک[1] و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۹۲).

از سوی دیگر، انقلاب فنّاوری و انفجار اطلاعات منطق کسب و کار کلاسیک را زیر سؤال برده است! در نتیجه، سازمانها، شرکتها و مؤسسات طیف گسترده‌ای از گزینه‌های راهبردی و شکلهای سازمانی را تجربه می‌کنند. مدل کسب و کار جاری سازمانها ریشه در اقتصاد صنعتی دارد. از این رو مناسب بودنش مورد تردید است.

یکی از صاحبنظران[2] نظرات خود را در قالب سازمان مبتنی بر دانش مطرح می‌کند، دیگری[3] از انتقال به یک اقتصاد خدمت محور متمرکز بر هوش و خرد سخن به میان می‌آورد؛ برخی از آنان[4] از تمرکز جدی بر شایستگیهای محوری و طراحی سازمان به گونه‌ای که به بهترین وجه آن شایستگیها را به صورت اهرم نفوذ درآورد بحث می‌کنند؛ بعضی دیگر[5] طرفدار سازمان منعطف و کوچک هستند، و یکی دیگر ساختار شبدری[6] را ارائه می‌کند (دراکر، ۱۹۹۳؛ کوئین، ۱۹۹۲؛ همل و پراهالاد، ۱۹۹۴؛ وُماک و جونز، ۱۹۹۰؛ هندی، ۱۹۸۹). عقاید فراوان بیشتری را نیز می‌توان شمرد ولی پیام همهٔ اینها روشن است و آن پیام این است که مدلهای جاری راهبرد و ساختار برای پاسخگویی به چالشهای حتمی عصر اطلاعات به‌طور باور نکردنی ناکافی است.

مطالعات منظم زیادی برای مفهوم‌سازی «آرایش درونی» سازمان به صورت مجازی صورت پذیرفته است. سازمان مجازی را نباید به عنوان ساختار متمایز (مانند وظیفه‌ای، بخشی یا خزانه‌ای) در نظر گرفت بلکه مجازی بودن می‌تواند ویژگی راهبردی برای هر نوع سازمانی باشد. هم سازمانهایی که قرنی از عمر آنها گذشته؛ نظیر کارخانه تولید سیمان، مواد شیمیایی و خودرو و هم سازمانهایی که در بازار «فنّاوری سطح بالا» وارد شده و بسرعت درحال تحولند می‌توانند استراتژی مجازی را به کار برند.

---

1. Peter P. Schoderbek
2. Peter Drucker
3. J. B. Quinn
4. G. Hamel and C. K. Prahalad
5. J. P. Womak and D. T. Jones
6. Charles Handy

برخی از صاحبنظران سازماندهی مجازی، بهبود و توسعه تدریجی در منطق کسب و کار جاری را که ریشه در عصر صنعتی دارد توجیه می‌کنند درحالی که با محور قرار دادن فنّاوری اطلاعات به منطق جدیدی از سازماندهی مجازی می‌توان رسید. همگرایی قدرتمند رایانه، فنّاوری ارتباطات و ظهور شاهراههای اطلاعاتی موجب شکل‌گیری مدل جدیدی از کسب و کار شده‌اند (ونکترامان و هندرسون[1]، ۱۹۹۸، ص ۳۴). برخی دیگر ایجاد «آرایش درونی» اثربخش را منوط به استفاده از مواد ساختاری دارای توان به اجرا درآوردن آن می‌دانند و توان «فنّاوری اطلاعات» در آرایش درونی سازمانی در آینده را مورد بحث قرار می‌دهند (نادلر و دیگران، ۱۹۹۲، ص ۳۵). «آرایش درونی» درحال حاضر به نظر می‌رسد سازماندهی مجازی بدون قدرت قابلِ ملاحظهٔ فنّاوری اطلاعات و سیستمهای اطلاعاتی ممکن نباشد یا حداقل می‌توان گفت «آرایش درونی» اثربخشی را نمی‌توان ساخت.

1. N. Venkatraman and John C. Henderson

فصل اول

نگاه کلی بر سیستمهای اطلاعاتی

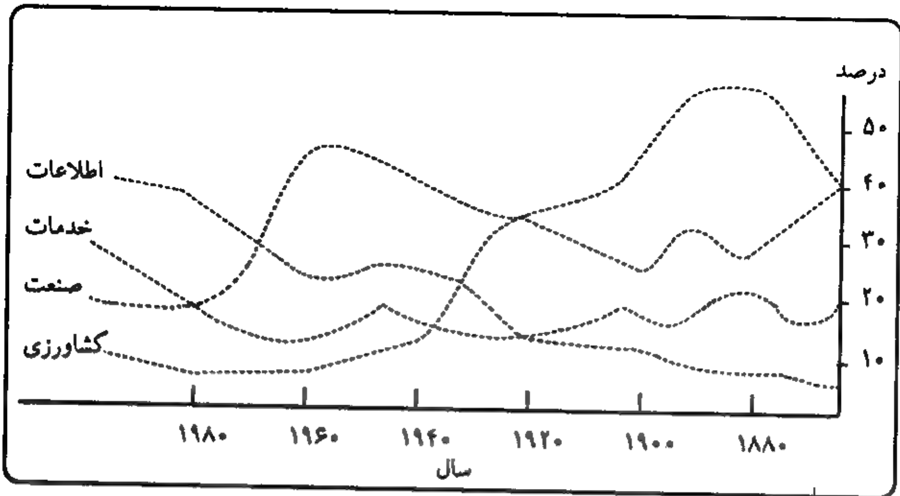
سیر تحول سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر رایانه[1]

در بررسی فناوری اطلاعات و سیستمهای اطلاعاتی[2] در سازمان، مروری بر سیر تکوین آن می‌تواند دیدگاه دقیقتری را به پژوهشگر ارائه دهد. هرچند می‌توان تاریخ سیستم اطلاعات مدیریت را به هُولریث[3] یا حتی چارلز ببیج[4] منتسب دانست، ولی آغاز آن از اواخر دهه ۱۹۵۰ می‌باشد. در سال ۱۹۵۷، یعنی زمان عبور از عصر صنعتی به عصر اطلاعات، تعداد افرادی که بخش مهمی از کار آنها با اطلاعات و پردازش آن سروکار داشت (کارگران اطلاعاتی)، از تعداد کارگران صنعتی بیشتر شد و در دهۀ ۱۹۷۰ کارکنان اطلاعاتی، بیش از پنجاه درصد از نیروی کار را تشکیل می‌دادند (نمودار ۱ـ۱) (اسپراگ و مک‌نورلین[5]، ۱۹۸۶، ص ۲).

به دشواری می‌توان گفت که در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰، «فناوری اطلاعات» وجود داشته است، زیرا در آن ایام تلفن تنها وسیله‌ای بود که به‌طور گسترده استفاده می‌شد و حتی این وسیله نیز روی میز همه مدیران وجود نداشت. از طرف دیگر هزینه استفاده از تلفن بالا بود و ارتباط تلفنی از راه دور بندرت صورت می‌گرفت. در پردازش اطلاعات استفاده از رایانه به جای ماشین حسابهای الکتریکی قدیمی، تازه آغاز شده بود و حتی در جاهایی که از رایانه استفاده می‌شد، اثر متوسطی داشت.

---

1. Computer Based Information Systems (CBIS)
2. Information Systems (IS)/ Information Technology (IT)
3. Hollerith
4. Charles Babbage
5. Sprague & McNurlin



نمودار ۱ـ۱ درصد نیروی کار در بخشهای مختلف

ماشین تحریر الکتریکی فراوان بود، اما اولین دستگاه پردازش داده، در سال ۱۹۶۴ ابداع شد. دورنگار[1] تنها در موارد خاصی به کار می‌رفت و تا دهه ۱۹۷۰ کاربرد گسترده نیافت. با این حال، آیندهٔ حمایت فناوری از کارگران اطلاعاتی، بسیار درخشان بود و تقریباً پایه‌های اصلی فناوری اطلاعات امروز، ریخته شده بود و هزینهٔ استفاده از آنها سیر نزولی پیوسته‌ای را آغاز کرده بود. البته این تغییر نمی‌توانست نیاز کاربران را بسرعت تأمین کند.

بعد از ۱۹۶۰، کار بر روی اطلاعات بسرعت رشد کرد. در این زمینه تحقیق بر روی بخش اطلاعات اقتصاد نشان می‌دهد که از هفده درصد در سال ۱۹۵۰ ناگهان به پنجاه‌وهشت درصد در سال ۱۹۸۰ افزایش یافت. درحالی که در همان دوره، در بخش صنعت از ۶۵ درصد به ۲۷ درصد کاهش پیدا کرد (نمودار ۱ـ۱). این آمار و ارقام، از تغییر کاملاً عمیقی در سازمانها حکایت می‌کند.

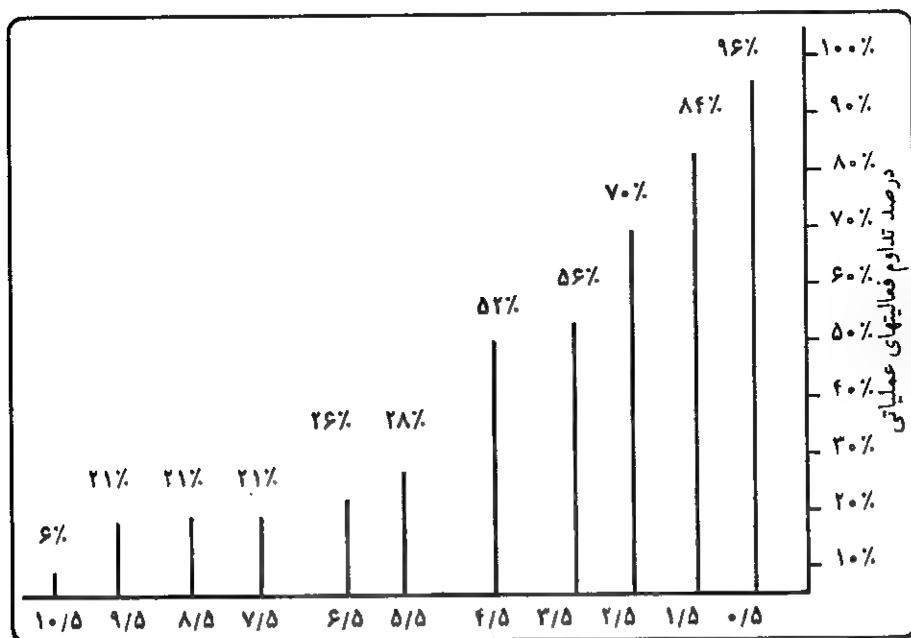
در عصر حاضر، پردازش اطلاعات یک فعالیت عمده اجتماعی است. بخش

---

1. facsimile (امروزه به جای این کلمه، fax به کار می‌برند)

مهمی از زمان کاری و شخصی هر فرد به جستجو، ثبت، جذب و درونی کردن (هضم) اطلاعات می‌گذرد. به عنوان نمونه تا ۸۰ درصد وقت مدیران اجرایی، به پردازش و انتقال اطلاعات سپری می‌گردد.

از بررسی این مطلب که یک سازمان، چه مدتی را می‌تواند بدون پردازش اطلاعات توسط رایانه، به فعالیتهای خود ادامه دهد، نتایج زیر از ۳۶ سازمانی که پاسخ داده بودند به دست آمده است، که به‌طور متوسط ۲۸ درصد از فعالیتهای عملیاتی می‌تواند برای پنج‌ونیم روز ادامه یابد (نمودار ۲ـ۱) (دیویس و اُلسون، ۱۹۸۵، ص ۵؛ کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۲؛ لیتل‌فیلد، ۱۹۸۶، ص ۶).



نمودار ۲ـ۱ روزهای بدون رایانه

مدیریت اطلاعات و رایانه

مدیر در هر سازمان، مدیریت پنج منبع اصلی را برعهده دارد که عبارتند از: ۱) کارکنان، ۲) مواد، ۳) ماشین‌آلات (شامل تسهیلات و انرژی)، ۴) پول، ۵) اطلاعات (شامل

داده‌ها).

کار مدیر، مدیریت کارآمد این منابع به منظور استفاده از آنها در دستیابی به اهداف سازمانی است. چهار منبع اول وجود فیزیکی داشته، قابل لمس بوده و مشهودند. درحالی که منبع پنجم یعنی اطلاعات نامشهود بوده و منبع ادراکی نامیده می‌شود. مدیران با استفاده از منابع ادراکی، منابع فیزیکی را مدیریت می‌کنند (هپمن[1]، ۱۹۶۹، ص ۱۲۵).

علاقه داشتن به مدیریت اطلاعات

طی سالهای اخیر، مدیران به دو دلیل توجه روزافزونی به مدیریت اطلاعات مبذول داشته‌اند: ۱) پیچیدگی روزافزون فعالیتهای کسب و کار؛ ۲) بهبود توانمندیهای رایانه.

افزایش پیچیدگی فعالیتهای کسب و کار. کسب و کار همواره پیچیده بوده است ولی امروز از هر زمان دیگری پیچیده‌تر شده است. همه سازمانها در معرض تأثیرات اقتصاد بین‌الملل بوده و در بازار جهانی رقابت می‌کنند. فنّاوری کسب و کار پیچیده‌تر می‌شود و چهارچوبهای زمانی برای اقدامهای مدیریتی کوتاهتر می‌گردد و محدودیتهای اجتماعی در قالب تقاضای مشتریان برای محصولات و خدمات کیفی‌تر و ارزانتر وجود دارد. هریک از این آثار بر پیچیدگی کسب و کار می‌افزاید.

بهبود توانمندیهای رایانه. رایانه‌های غول‌پیکر دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به سبب داشتن سرعت اندک و اندازهٔ بزرگ از صحنه خارج شده‌اند و تنها کارشناسان سخت‌افزار با آنها سروکار خواهند داشت. درگذشته کاربران هرگز در تماس مستقیم با سخت‌افزار قرار نمی‌گرفتند و از این امر راضی بودند و در بیشتر موارد استفاده کنندگان خروجیهای رایانه حتی نحوهٔ کار با آن را نمی‌دانستند و برخی از یادگیری آن نیز هراس داشتند.

از سوی دیگر، کاربران امروزی از طریق رایانه‌های شخصی یا ریزپردازنده‌های دفتر کار خود، سایر رایانه‌های موجود در شبکه با هم مرتبطند. نه تنها رایانه در دسترس همگان قرار دارد بلکه طرز کار با آن نیز هر روز سهلتر می‌شود.

---

1. Richard J. Hopeman

کاربران امروزی دیگر رایانه را یک وسیلهٔ ویژه به شمار نمی‌آورند بلکه به آن به عنوان یک ابزار کار ضروری مانند میز و صندلی و تلفن نگاه می‌کنند (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۵ و ۶).

دانش مدیریت

امروز واژه سواد برای تشریح دو نوع دانش که در استفاده از رایانه نقش کلیدی دارند به کار می‌رود. یک نوع دانش، سواد استفاده از رایانه است و دیگری سواد به کارگیری اطلاعات در دستیابی به هدفهاست.

سواد استفاده از رایانه. دانش کار با رایانه که برای انجام تقریباً هرگونه وظیفه‌ای در دنیای امروز ضرورت دارد سواد کار با رایانه نامیده می‌شود. این دانش شامل شناخت واژگان رایانه، شناسایی قوتها و ضعفهای رایانه، توان استفاده از رایانه و مانند آن است.

سواد استفاده از اطلاعات. گذشته از شناخت رایانه، مدیر امروزی باید سواد استفاده از اطلاعات را نیز داشته باشد. سواد اطلاعات مرکب از شناخت چگونگی استفاده از اطلاعات در هریک از مراحل فراگرد حل مسأله بوده و این‌که اطلاعات را از کجا می‌توان به دست آورد و چگونه آن را با دیگران درمیان گذاشت.

سواد استفاده از اطلاعات وابسته به سواد رایانه نیست. مدیری ممکن است سواد استفاده از اطلاعات را داشته باشد ولی سواد استفاده از رایانه را نداشته باشد. اهمیت سواد اطلاعات بیش از سواد کار با رایانه است ولی مطلوب آن است که مدیر هر دو سواد را توأمان داشته باشد (مک‌لیود[1]، ۱۹۹۸، ص ۱۱).

تکامل سیستمهای مبتنی بر رایانه

نخستین تلاشها در به کارگیری رایانه در عرصه کسب و کار بر پردازش داده‌ها متمرکز بوده است. تلاشهای بعدی بر اطلاعات و حمایت از تصمیم‌گیری تأکید داشته است.

---

1. Raymond McLeod Jr.

امروز، ارتباطات و مشورت بیشترین توجه کارشناسان را به خود جلب کرده است (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۵).

تمرکز نخستین بر «داده»

در نیمه نخست قرن بیستم، هنگامی که ماشینهای منگنه‌زن و ماشین حسابهای بزرگ در اوج خود بودند، سازمانها، نیازهای اطلاعاتی مدیران را نادیده می‌گرفتند. این بی‌توجهی ادامه یافت زیرا نخستین رایانه‌ها فقط برای محاسبه عملیات حسابداری به کار گرفته شد. نام این سیستمها را «سیستم پردازش الکترونیکی داده‌ها»[1] گذاشتند و بعدها این نام کوتاه شده و به «سیستم پردازش داده‌ها»[2] مبدل گشت و امروز «سیستم اطلاعات حسابداری»[3] نامیده می‌شود. سیستم اطلاعات حسابداری به عنوان محصول فرعی فراگردهای حسابداری، اطلاعاتی نیز تولید می‌کند (کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۲).

تمرکز جدید بر اطلاعات

در سال ۱۹۶۴ نسل جدیدی از تجهیزات رایانه‌ای معرفی شد که بر نحوه کاربرد رایانه‌ها تأثیر عمیقی داشت. رایانه‌های جدید با استفاده از «مدار تراشه سلیکان»[4] برای نخستین بار فرصت افزایش قدرت پردازش اطلاعات را فراهم آوردند و «سیستم اطلاعات مدیریت» به منظور تولید اطلاعات برای گروهی از مدیران مطرح شد (جرشفسکی[5]، ۱۹۶۹، ص ۶۱).

تمرکز بر سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری

همزمان با گسترش استفاده از سیستم اطلاعات مدیریت در سازمانها، برخی از

---

1. electronic data processing system
2. data processing system
3. accounting information system
4. silicon chip circuitry
5. George W. Gershefski

دانشمندان علم اطلاعات در مؤسسه فنّاوری ماساچوست (ام.آی.تی)[1] رهیافت دیگری را پیش گرفتند و «سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری»[2] را طراحی کردند که اطلاعات برای حل یک مسأله خاص تولید می‌کند (دیویس و اُلسون، ۱۹۸۵، ص ۳۶۸).

تمرکز جاری بر ارتباطات

همزمان با پیدایش «سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری» علاقه پژوهشگران به کاربرد دیگری از رایانه که خودکار کردن کارهای اداری بود متمرکز شد. خودکار شدن اداره، ارتباطات میان اعضای سازمان را تسهیل کرده و بهره‌وری مدیران و کارکنان اداری را با استفاده از ابزارهای الکترونیکی افزایش می‌دهد.

خودکار شدن فعالیتهای اداری از سال ۱۹۶۴ شروع شد، زمانی که شرکت «آی.بی.ام»[3] ماشین تحریرهایی را معرفی کرد که می‌توانستند کلمات ضبط شده بر روی نوار مغناطیسی را به رشته تحریر درآوردند. خودکار شدن عملیات تحریر به کاربرد آن در خودکار کردن اداره منجر شد و نام «پردازشگر واژگان»[4] به خود گرفت.

تلاشهای خودکار کردن اداره گسترش یافت و شامل کاربردهای متنوع و گسترده‌ای از کنفرانس تلفنی، کنفرانس ویدیویی، نامهٔ صوتی، نامه الکترونیکی، تقویم کار الکترونیکی، دورنگار و نشر روی میز گردید. برای تشریح محیط کار اداری امروزی از واژه «اداره مجازی»[5] استفاده می‌شود (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۱۷).

تمرکز بالقوه بر مشاوره

درحال حاضر جنبشی در جریان است تا از «هوش مصنوعی»[6] برای حل مسائل مدیریتی استفاده کنند. فکر اصلی در استفاده از هوش مصنوعی این است که بتوانند رایانه را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کنند که بتواند مانند ذهن انسان برخی از کارهای استدلال

---

1. Masachuset Institute of Technology (MIT)
2. decision support system (DSS)
3. I.B.M
4. word processing
5. virtual office
6. artificial intelligence

منطقی را صورت دهد. یک شاخه فرعی هوش مصنوعی تحت عنوان «سیستم خبره»[1] بیشترین توجه را به خود جلب کرده است. یک سیستم خبره مانند یک متخصص در یک زمینه خاص انجام وظیفه می‌کند. یک محدودیت سیستم خبره در این است که نمی‌تواند هوش خود را توسعه دهد. یک راه برای غلبه بر این محدودیت استفاده از «شبکه‌های عصبی»[2] است که شبیه‌سازی‌های الکترونیکی و ریاضی از مغز انسان است. به‌طور کلی به همهٔ سیستمهایی که از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند «سیستمهای مبتنی بر دانش»[3] گفته می‌شود. در دهه ۱۹۹۰ برخی از سازمانها، بر روی سیستمهای مبتنی بر دانش برای حل مسائل مدیریتی سرمایه گذاری سنگینی کرده‌اند (آلتر، ۱۹۹۲، ص ۵).

مدلی از سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر رایانه

مدیران برای حل مسائل سازمانی باید با استفاده از اطلاعات تصمیم‌گیری کنند زیرا تصمیم خوب تصمیمی است که نود درصد آن اطلاعات و ده درصد آن شهودی باشد. اطلاعات به صورت شفاهی و نوشتاری به وسیله پردازشگر اطلاعات ارائه می‌شود. بخش رایانه‌ای پردازشگر شامل همه سیستمهای کاربردی مبتنی بر رایانه مانند سیستم اطلاعات حسابداری، سیستم اطلاعات مدیریت، سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، اداره مجازی و سیستمهای مبتنی بر دانش می‌شود که همگی آنها برای حل مسأله ارائه اطلاعات می‌دهند (نمودار ۳ـ۱) (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۱۸).

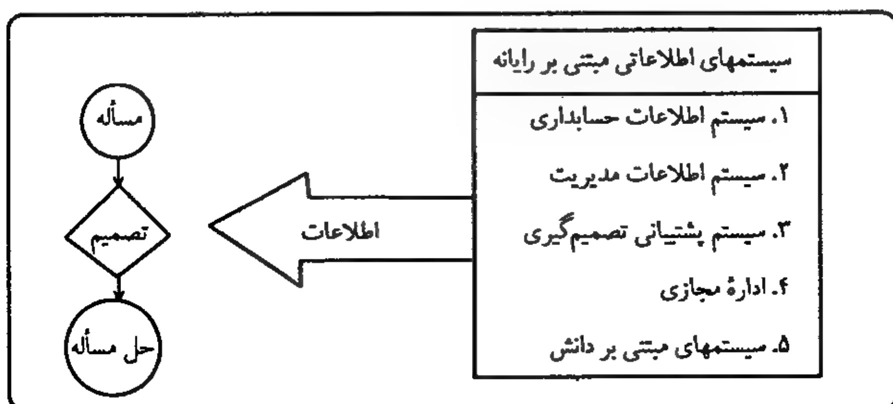
سیستم اطلاعات مدیریت

امروزه شاید هیچ واژه‌ای در مدیریت به اندازه واژه «سیستم اطلاعات مدیریت» کاربرد نداشته باشد. تمام فعالیتهایی را که به کمک رایانه صورت می‌پذیرد سیستم اطلاعاتی گویند. از سیستمهای سخت‌افزار پیچیده تا گزارشهای جاری حسابداری، از سیستمهای بازده قوی که موقعیت فضاپیماها را ترسیم می‌نمایند تا منابع داده‌های اولیه نظیر حسابها و صورتحسابها، از بانکهای اطلاعاتی مرکزی که اطلاعات را جمع‌آوری می‌کند، سامان

---

1. expert system (ES)
2. neural networks
3. knowledge-based systems

می‌دهد، ذخیره و تلخیص می‌کند تا سیستمهای ذخیره‌سازی کنونی که از بیست سال پیش وجود داشته است، از سیستمهای ترکیبی جامع مدیریت مرکزی تا ترمینالهای از راه دور متخصصان که به رایانه متصل است جملگی بیانگر سیستم اطلاعاتی است. ولی سیستم اطلاعات مدیریت سیستمی رسمی در سازمان است که گزارشهای لازم برای فراگرد تصمیم‌گیری مدیران در سطوح مختلف سازمان را فراهم می‌آورد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۹۲).



نمودار ۱.۳ مدلی از سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر رایانه

سیستم در تعریف مذکور، اطلاعات را جمع‌آوری و پردازش می‌کند و در نهایت به آن ساختار می‌بخشد و به هنگام نیاز این امکان را به مدیران می‌دهد که آنها را بازیابی کنند. بنابراین هدف نهایی سیستم اطلاعات مدیریت، تهیه اطلاعات برای مدیران به منظور کمک به آنان در فراگرد تصمیم‌گیری است. درحالی که بیشتر سیستمهای اطلاعات مدیریت، صرفاً مدیران را در تصمیم‌گیری حمایت می‌کنند ولی در پاره‌ای از موارد می‌توانند بعضی از تصمیمات تکراری را که معمولاً در سطح عملیاتی سازمان گرفته می‌شود برعهده گیرند.

برای مثال جایگزینی اقلام انبار براساس میزان موجودی جاری یا برنامه زمانبندی تولید یا تعیین مقدار اقتصادی سفارش می‌تواند از جمله تصمیم‌گیریهایی باشد

که با دادن قانون تصمیم‌گیری به‌وسیله رایانه صورت می‌پذیرد. تمایز اساسی میان تصمیمهای سطوح عملیاتی با سطح عالی مدیریت در این است که این گونه تصمیمهای عملیاتی به صورت جاری گرفته می‌شود.

سیستم اطلاعات مدیریت، اساساً به منظور تهیهٔ اطلاعات برای برنامه‌ریزی و کنترل طراحی می‌شود، درحالی که بسیاری از تصمیمهای مدیریت میانی و عالی را به دلیل این‌که داده‌های مدل تصمیم‌گیری را باید از منابع گوناگون داخلی و خارجی به‌دست آورد به آسانی نمی‌توان برنامه‌ریزی شده انجام داد.

سیستم اطلاعات مدیریت را باید به گونه‌ای طراحی کرد که نوع صحیح اطلاعات را در اختیار مدیران سطوح مختلف سازمان قرار دهد. به عبارت دیگر، اطلاعات می‌بایست نیاز کاربران را برآورده سازد، به همین دلیل، ویژگیها و ابعاد سیستم باید با نیازهای کاربران متناسب باشد. یکی از مشکلات عمده در این زمینه آن است که اغلب به جای «اطلاعات»، «داده» در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. به همین دلیل این دو باید به‌طور کامل از یکدیگر متمایز شوند و این جداسازی، پیش‌نیاز هر بحث معقول دربارهٔ سیستم اطلاعات مدیریت است.

یکی از صاحبنظران در بحث انفجار «اطلاعات نادرست»[1]، مشاهدات خود را اینگونه بیان می‌دارد: «تجربهٔ من حاکی از آن است که بیشتر مدیران، بیش از آنچه احتمالاً بتوانند حتی با صرف تمام وقت خود جذب کنند داده (اگر نگوییم اطلاعات) دریافت می‌دارند. از این رو، آنان هم‌اکنون از دریافت اطلاعات اضافی رنج می‌برند. آنان وقت زیادی را باید صرف جداسازی اطلاعات مربوط از نامربوط کنند و درمیان اطلاعات به دنبال اصل مطلب بگردند. برای مثال، متوجه شدم که هر مدیری به‌طور متوسط ۴۳ ساعت مطالب خواندنی خریداری نشده در هفته دریافت می‌دارد. مطالب خریداری شده نیز نصف این مقدار است. هر روز، گزارش وضعیت بازار بورس که تقریباً ۶۰۰ صفحه کامپیوتری است، تکثیر شده و روی میز مدیران قرار می‌گیرد؛

1. misinformation

همچنین تقاضاهایی برای هزینه‌های سرمایه‌ای عمده که به قطر یک کتاب است و در هر هفته چند جلد از آنها میان مدیران توزیع می‌شود.» (اکف[1]، ۱۹۶۷، ص ۱۴۷-۱۴۸).

بنابراین باید تدابیری اندیشید که اطلاعات گمراه کننده به اطلاعات مربوط و معتبر تبدیل شود. ناگفته نماند که در سیستم اطلاعات مدیریت با تعبیه دو ساز و کار «پالایش»[2] و «متراکم‌سازی»[3] این مسأله را حل می‌کنند. بعداً در این باره بتفصیل توضیح داده خواهد شد.

دلایل توجیهی سیستم اطلاعات مدیریت

تلاشهای اولیه در سیستمهای «داده‌پردازی الکترونیکی» اساساً بر کارهای تکراری گسترده مانند محاسبه میزان موجودی انبار، تهیه صورتحسابهای پرداختنی و رسید حقوق کارکنان متمرکز بود و چون از طریق تجزیه و تحلیل سود و زیان، صرفه‌جوییهای حاصل از به کارگیری این‌گونه سیستمها به آسانی قابل محاسبه بود، لذا مدیران هزینه‌های ناشی از به کارگیری سیستم را می‌پذیرفتند. کاهش میزان موجودی کالاها در انبار و کنترل بهتر انبار، از طریق به کارگیری رایانه به آسانی تعیین می‌شد و به همین ترتیب کاهش هزینه‌های دفتری برای محاسبه دستمزد کارکنان و صدور چک، قابل اندازه گیری بود. در هرحال، کاربرد جدید سیستمهای رایانه‌ای «بازده قوی» و استفاده از مدلهای پیچیده در تصمیم‌گیری را، نمی‌توان یک تصمیم‌گیری تحلیلی صرفاً مبتنی بر عوامل هزینه توجیه کرد. برای مثال، فروشنده‌ای را تصور کنید که با برداشتن گوشی تلفن و تماس با دفتر کارخانه، ارزیابی دقیقی از تعداد کالاهای فروخته نشده به دست می‌آورد، و قول آن را به خریدار می‌دهد و تحویل آن را نیز در تاریخ معینی تضمین می‌کند. چنین سیستمی هم‌اکنون عملی است و ثابت کرده که ارزش زیادی هم برای حفظ مشتریان فعلی و هم جذب مشتریان جدید دارد، ضمن این‌که هزینه‌بر بودن یک چنین «سیستم بازده قوی» روشن است و سایر هزینه‌های ملموس را کم نمی‌کند، ولی با این همه، منافع

---

1. Russell L. Ackoff　　2. fiilteration　　3. condensation

آن برای سازمان قابل ملاحظه است.

مدیریت عالی سازمان را نیز از طریق سرعت سیستم اطلاعاتی‌اش در تشخیص نواحی بحران‌زا که اقداماتی فوری را می‌طلبد، ارزیابی می‌کنند. هرچه مدیر، سریعتر بتواند علایم بحران را شناسایی کرده و پیشگیری کند موفقتر خواهد بود. این توان، بدون چون و چرا ارزشمند است ولی با این همه، کمّی کردن آن اگر محال نباشد، دشوار است. ذکر این نکته به معنای انکار این واقعیت نیست که اگر همهٔ سازمانها از توان «سیستم بازده قوی» برخوردار باشند، موفقتر خواهند بود، بلکه حاکی از این است که در بسیاری از موارد، توجیه منطقی سیستم اطلاعاتی بسیار دشوار می‌شود. به همین دلیل، اهداف سیستم اطلاعات مدیریت و نتایج مورد انتظار از آن، باید از قبل تعیین و تعریف گردد و در اغلب موارد، آنچه «سیستم اطلاعات مدیریت» خوانده می‌شود، به هیچ وجه سیستم اطلاعات مدیریت نیست، بلکه صرفاً با چنین عنوان جامعی ذکر می‌شود و می‌توان آن را سیستم اطلاعاتی نامید (دیویس و السون، ۱۹۸۵، ص ۵؛ ویتن، ۱۹۹۰، ص ۳۸).

ویژگیهای سیستم اطلاعات مدیریت

هرچند امروزه کمتر «سیستم اطلاعات مدیریت» در سازمانهای ما موجود است که تمام ویژگیهای مطلوب زیر را دارا باشد، ولی این واقعیت متضمّن این نیست که تمامی اینگونه سیستمها، ضعیف باشند. درجه خوب کار کردن یک سیستم معین، بستگی به مجموعه‌ای از عوامل نظیر نوع کاربردها، تجهیزات، لیاقت فنی نیروی انسانی، حمایت مدیر عالی سازمان و کاربردهای پیشین آن دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص۱۹۷). به هرحال موارد زیر مورد قبول بیشتر استفاده کنندگان سیستم اطلاعات مدیریت است:

۱. *اطلاعات دقیق را بموقع در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار دهد.* بموقع بودن اطلاعات امری است که می‌بایست توسط کاربر مشخص شود و اگر اطلاعات دقیق، به هنگام نیاز ارائه نگردد، ممکن است در زمان بعدی سودمند واقع نگردد یا سودمندی اندکی داشته باشد. هرچند ممکن است چنین نکته‌ای واضح و معمول به نظر برسد، با اینحال هنوز، نکته مهمی به شمار می‌رود. زیرا، ارائه بموقع و دقیق اطلاعات، جزو

اهداف عمده هر سیستم اطلاعات به حساب می‌آید (دیویس و اُلسون، ۱۹۸۵، ص ۶).

۲. *پاسخگوی کنکاشهای مدیریت برای دستیابی به اطلاعات باشد.* گرچه ممکن است مدیر، بیشتر اطلاعاتی را که به‌طور منظم دریافت می‌کند فراموش کند، ولی سیستم باید بتواند حتی به درخواستهای فوری مدیر نیز پاسخگو باشد. این امر ممکن است به اندکی طراحی اضافی نیاز داشته باشد، زیرا این قابلیت، بانک اطلاعاتی با ساختار متفاوتی را طلب می‌کند. هرچند که بازیابی این نوع اطلاعات دشوار می‌گردد ولی، چنین توانی که درون سیستم ایجاد می‌شود به هزینه‌اش می‌ارزد.

۳. *گزارش بر مبنای استثنا به مدیریت ارائه دهد.* مدیران به دانستن صدها فعالیتی که به‌طور رضایتبخش انجام می‌شود، علاقه‌ای ندارند، بلکه می‌خواهند از عواملی که خارج از کنترل هستند یا بزودی از کنترل خارج می‌شوند، آگاهی یابند. هنگامی که آدمی توان نامحدود رایانه را در تولید گزارشهایی که فاقد محتوای معنی‌داری هستند، بررسی می‌کند گزارش مدیریت بر مبنای استثنا بی‌نهایت اهمیت می‌یابد (اسکات، ۱۹۸۶؛ ص ۹۹).

۴. *توان ادغام در آینده را داشته باشد.* سیستمهای اطلاعاتی جاری، باید با تغییرات سخت‌افزارها و نرم‌افزارها، که در اثر گسترش فعالیتها در آینده رخ خواهد داد، سازگاری داشته باشد. بحثهای زیادی در زمینهٔ انتخاب راهبرد تهیهٔ «طرح جامع»، در طراحی یا راهبرد «جزء به جزء» وجود دارد که دربارهٔ هریک به‌تفصیل بحث خواهد شد ولی این نکته حایز اهمیت است که در صورت حفظ ویژگی ادغام‌پذیری، مزایای هر دو راهبرد طراحی را می‌توان داشت. توان ادغام را عموماً سازگاری می‌نامند. سازگاری بدین معنی است که مدلهای گوناگون یک خط تولید، «منطق طراحی» یکسانی را به کار برند. به عبارت دیگر، مجموعهٔ دستورالعملهای مشابهی داشته باشند، عین دستورالعملها را بپذیرند و با سرعتهای متفاوت، نتایج مشابهی تولید کنند. در ضمن، بتوانند برنامه‌ریزی رایانه‌ای را که برای یک الگوی کوچک انجام می‌شود، برای الگوی بزرگتر نیز به کار برند، در صورتی که عکس آن امکان‌پذیر نباشد (معمولاً سازگاری در سخت‌افزار، کمتر از نرم‌افزارها یافت می‌شود).

ویژگی معمول دیگر سازگاری، سلولی بودن است. رایانه‌های سلولی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که کاربر بتواند برای گسترش احتمالی مختصات سیستم، خود سیتم را با افزودن تجهیزات جنبی تنظیم کند. بدین ترتیب، می‌توان در صورت نیاز، حافظه اضافی، کانالها، ترمینالهای ورودی و خروجی، بخشهای ذخیره‌سازی و غیره را به سیستم افزود (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۸).

۵. مورد *پذیرش کاربران مورد نظر باشد*. اگر تمامی شرایط قبلی فراهم باشد ولی به هر دلیل سیستم مورد پذیرش کاربران نباشد، موفق نخواهد بود. بسیار اتفاق می‌افتد که علی‌رغم اثبات مفید بودن سیستم اطلاعاتی برای مدیران، به دلیل امتناع کارکنان، بدون استفاده مانده است. در بعضی از موارد، خرابکاری در سیستم از جانب کارکنان نیز مشاهده شده است.

ویژگیهای دیگری مانند با صرفه بودن عملیات سیستم، سهولت استفاده از آن و هماهنگی اهداف در داخل سازمان را می‌توان بتفصیل مورد بحث قرار داد. ولی نکته مهمی که باید ذکر شود این است که اگر در آغاز، اهداف سیستم به‌طور واضح تعریف شود، آنگاه می‌توان قضاوت کرد که سیستم ما را به اهداف می‌رساند یا خیر. این اهداف شاخصهای عملکرد سیستم و مفید بودن آن را برای سازمان فراهم می‌آورند (راس و دیگران، ۱۹۸۳، ص ۱۰).

دامهایی در طراحی سیستم اطلاعات مدیریت

علی‌رغم گامهای بلندی که در پردازش اطلاعات برداشته شده است، بسیاری از مدیران امروز از نظر تصمیم‌گیری در وضعیت بهتری نسبت به گذشته قرار ندارند. یکی از صاحبنظران، دلیل آن را مفروضات غیرواقعی و خطای طراحان اینگونه سیستمها می‌داند و در نتیجه، سیستمی را که طراحی می‌کنند نه تنها «سیستم اطلاعات مدیریت» نیست بلکه سیستمی است که اطلاعات نادرست را در اختیار مدیریت قرار می‌دهد (اکف، ۱۹۷۶، ص ۱۴۹). مفروضات زیربنایی این‌گونه سیستمها عبارتند از:

۱. *اطلاعات بیشتری باید به مدیران داده شود*. بنابراین فرض، مدیر اطلاعات

کافی دریافت نمی‌کند و اگر اطلاعات بیشتری در اختیار او گذاشته شود، می‌تواند به‌طور مؤثرتری انجام وظیفه کند. درحالی که یکی از صاحبنظران معتقد است که مدیران از فراوانی بیش از اندازه اطلاعات رنج می‌برند و این بار زیاد، فقط مشکل مدیر را بزرگ می‌سازد زیرا آنچه مورد نیاز مدیر است، باید بمراتب کمتر و مبرا از داده‌های نامربوط باشد.

از این رو، وی دو فراگرد پالایش و متراکم‌سازی را برای تغییر این وضعیت پیشنهاد می‌کند. در پالایش، داده‌های نامربوط حذف می‌شود، درحالی که در متراکم‌سازی داده‌های تکراری حذف می‌شود. به هرحال، باید در میزان مفید بودن هر دو فراگرد به توافق رسید. زیرا پالایش و متراکم‌سازی بدون حد و مرز موجب کاهش اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری معقول می‌شود. هرچند که متراکم‌سازی بیش از اندازه کمتر اتفاق می‌افتد ولی تأثیر آن وخیمتر از فراوانی بیش از اندازه می‌باشد. از آنجا که چند و چون اطلاعات مورد نیاز تصمیم گیرنده‌ای معین، در محیطی خاص و در کار با مسأله‌ای معین، برای غیرتصمیم گیرنده ناشناخته است و از طرفی درجه عدم اطمینان دربارهٔ تصمیم‌گیرنده یک پدیدهٔ ذهنی ناشناخته برای دیگران است، تعیین مرز عینی برای متراکم‌سازی داده‌ها دشوار است.

فراگرد پالایش نیز کم‌مسأله‌تر از متراکم‌سازی نیست. چه کسی باید تصمیم بگیرد که چه چیزهایی باید پالایش بشود؟ اگر عمل پالایش در سطح عملیاتی انجام پذیرد آنگاه دید محدود ارزیابی کنندگان داده‌ها مورد سؤال خواهد بود. اگر ارزیابی در سطوح بالاتر انجام شود موجب هیچگونه رهایی از بار زیاد تجربه نخواهد شد. جایی در میان فراوانی بیش از اندازه و کاهش آن (متراکم‌سازی بیش از حد و زیر حد لازم برای متراکم‌سازی) حد میانه طلایی قرار دارد که باید توسط خود مدیر عالی کشف شود (اکف و دیگران، ۱۹۷۶، ص ۱۵۱).

۲. *مدیر اطلاعاتی را می‌خواهد که مورد نیازش است.* این فرض احتمالاً در مرحله آغازین طراحی سیستم اطلاعات مدیریت، هنگامی که طراح از مدیر، اطلاعات مورد نیاز برای تصمیماتش را می‌خواهد، پدید می‌آید. این فرض، این تصور را به دنبال

دارد که هر مدیر، الگویی در فراگرد تصمیم‌گیری خود دارد که بندرت درست است. هنگامی که مدیران، درک درستی از تصمیمات خود و متغیرهای وابسته به آن ندارند، گرایش آنها به تقاضا برای «تمامی اطلاعات موجودی که ممکن است بر تصمیم اثر داشته باشد» خواهد بود. به همین ترتیب طراحی که حتی از فراگرد تصمیم‌گیری کمتر شناخت دارد، در تلاش برای نشان دادن این‌که در برآورد نیازهای مدیران صفی می‌تواند مؤثر باشد، سیلی از اطلاعات حقیقی را که بار بیش از حد را به‌وجود می‌آورد، ارائه می‌کند. مدیران، اغلب به دلیل عدم اطلاعات کافی و تحلیل مورد نیاز و شیوه‌های بهتر ارتباطاتی، تصمیمات صحیح نمی‌گیرند. پژوهشگر هنوز نمی‌داند که مدیر چگونه تصمیم‌گیری می‌کند و توجه خود را به کجا باید معطوف سازد. منظور این است که طراح باید از قبل از مشخص کردن نیازهای اطلاعاتی، الگویی توصیفی از فراگرد تصمیم‌گیری داشته باشد (راس[1] و دیگران، ۱۹۸۳، ص ۲۰).

۳. *در صورتی که اطلاعات مورد نیاز مدیر به او داده شود، تصمیم‌گیری او بهبود خواهد یافت.* حتی اگر سیستم اطلاعات مدیریت بتواند اطلاعات مربوط را در اختیار مدیر قرار دهد، تضمینی برای بهبود تصمیم‌گیری وی نخواهد بود. نتایج تجربی در سایر جاها، این اعتقاد را، تقویت می‌کند که مدیران علی‌رغم وجود الگوهای رسمی تصمیم‌گیری، در بسیاری از موارد به اتکا بر الهام و بینش، تجربه یا قضاوت شخصی تمایل دارند. در واقع، پاسخ حقیقی مدیر که «تصمیمات من مبتنی بر سالها تجربه است» مانع بسیاری از طراحان سیستم اطلاعات مدیریت در مدلسازی تصمیمات شده‌است. در بیشتر موارد، چنین پاسخی صرفاً منطقی جلوه دادن تصمیمات از جانب مدیری است که یا می‌خواهد این واقعیت را که الگویی برای تصمیم‌گیری ندارد بپوشاند و یا در مقابل این مفهوم ضمنی که رایانه می‌تواند همان تصمیم را بگیرد، مقاومت می‌کند. با این‌همه، در موارد دیگری مشاهده‌شده‌است که اگرچه اطلاعات خوبی به‌مدیر داده‌شده، اما او به‌طور نامناسبی آن را به کار گرفته‌است (آگسلسان[2]، ۱۹۷۶، ص۲۸).

۴. *ارتباطات بیشتر به معنای عملکرد بهتر است.* درحالی که حضور سیستم

---

1. Joel E. Ross 2. Charles F. Axelson

اطلاعات مدیریت می‌تواند در ارائه اطلاعات به مدیران دربارهٔ سایر شعب، واحدها و دیگر مدیران کمک کند، فرض این‌که چنین ارتباطاتی همیشه و ضرورتاً خوب است، خطاست. درحالی که چنین ارتباطاتی می‌تواند هماهنگی را آسان سازد، ضرورتاً عملکرد را بهبود نمی‌بخشد. نکته حایز اهمیت این است که سازمان باید شاخصهای مناسبی برای عملکرد واحدها و مدیران داشته باشد به‌طوری که درمیان گذاشتن اطلاعات موجب تضاد یا رقابت با یکدیگر نشود. بنابراین، قبل از مجاز دانستن جریان آزاد اطلاعات میان واحدها، شاخصهای ساختار سازمان و عملکرد باید در نظر گرفته شود.

۵. *مدیر نیازی به دانستن طرز کار سیستم اطلاعات مدیریت ندارد، بلکه تنها باید چگونگی استفاده از آن را بداند.* این فرض توسط مدیران و طراحان سیستم اطلاعات مدیریت پذیرفته شده است. در واقع، این تفکر به مدیران القا می‌شود تا بر مرموز بودن رایانه فایق آیند. قبلاً به مدیران اطمینان داده می‌شد که تنها کافی است به طراحان بگویند چه اطلاعاتی می‌خواهند و اطلاعات مورد نظر در اختیارشان قرار خواهد گرفت. آیا این نگرش از جانب طراحان عملاً برای جلوگیری از دسترسی دیگران به حوزه عملکرد خود و تخطی به تخصص حرفه‌ایشان بوده یا برای جلوگیری از عدم پذیرش تجهیزاتشان به وسیله مدیران محتاط، مؤثر بوده است. امروز، اکثر مدیران هنوز قیاس می‌کنند که «همسرم نیازی ندارد بداند چگونه یک خودرو ساخته شده است بلکه باید بتواند آن را براند.» حال خطا در اینجا این است که اگر کسی بخواهد مختصات عملکرد خودرویی را مورد قضاوت قرار دهد، باید اطلاعات عمیقی داشته باشد تا چنین ارزیابی را ارائه دهد. به همین ترتیب در خصوص سیستم اطلاعات مدیریت، اگر قرار باشد مدیران بتوانند سیستم را ارزیابی کنند و کنترل کامل بر آن داشته باشند باید دانشی عمیقتر از طرز استفاده آن داشته باشند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۹۸ـ۱۹۹).

پرسشها

۱. آغاز پیدایش «فنّاوری اطلاعات» چه سالی است؟

۲. منابع اصلی هر سازمان کدامند؟
۳. چرا علاقه مدیران به مدیریت اطلاعات افزایش یافته است؟
۴. سوادهایی که مدیران امروز به آن نیاز ویژه دارند کدامند؟
۵. سیر تکاملی سیستمهای مبتنی بر رایانه را بنویسید.
۶. سیستم اطلاعات مدیریت را تعریف کرده، تفاوت آن را با سایر سیستمهای اطلاعاتی بنویسید.
۷. دلایل توجیهی سیستم اطلاعات مدیریت را بنویسید.
۸. ویژگیهای «سیستم اطلاعات مدیریت» کارآمد را بنویسید.
۹. دامهای مرحله طراحی «سیستم اطلاعات مدیریت» را توضیح دهید.
۱۰. ساز و کارهای تبدیل «اطلاعات نادرست» به اطلاعات مفید را تشریح کنید.

واژه‌ها و مفاهیم مهم

داده	اطلاعات ویژه	سیستم مبتنی بر دانش
اطلاعات	هوش مصنوعی	سیستم اطلاعات مدیریت
دانش	سیستم اطلاعاتی	سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری
حکمت (بینش)	سیستم خبره	

فصل دوم

سلول‌گرایی، زیربنای تحولات در صنعت رایانه

راهبرد سلول‌گرایی

در قرن نوزدهم، راه‌آهن دورنمای رقابتی کسب و کار را با فراهم آوردن حمل و نقل سریع و ارزان به‌طور اساسی، تغییر داد و موجب شد سازمانهایی که پیش از این در یک ناحیه فعالیت داشته و مورد حمایت دولتمردان نیز بوده‌اند، با رقیبانی در دیگر نقاط جهان به رقابت بپردازند.

امروزه صنعت رایانه نیز در موقعیت هدایتی مشابهی قرار دارد. شرکتهای رایانه‌ای نه تنها عمیقاً بازارها را با ارائه سیستم پردازش اطلاعات سریع و ارزان دگرگون ساخته‌اند، بلکه آنها را به سوی یک ساختار جدید صنعتی که از این تواناییهای پردازشی به بهترین نحو استفاده می‌کند، نیز هدایت کرده‌اند. البته، «سلول‌گرایی» بیش از پردازش سریع اطلاعات و ارتباطات یا هر فنّاوری دیگر، موجب شتاب بیشتر تغییراتی می‌شود که اکنون مدیران در صنعت رایانه با آن مواجهند و راهبردهایی که مبتنی بر «سلول‌گرایی» می‌باشند، بهترین شیوه برای برخورد با تغییرات یاد شده به شمار می‌آیند.

بسیاری از صنایع، برای مدت مدیدی، درجه‌ای از «سلول‌گرایی» را در فراگردهای تولید خود داشته‌اند؛ اما اکنون بیشتر آنها سلول‌گرایی را به مرحله طراحی، گسترش داده‌اند.

ممکن است مدیران در به کارگیری «سلول‌گرایی» در حد صنعت رایانه مشکل داشته باشند، ولی در بسیاری از صنایع مدیران مترصدند تا راههای به کارگیری این رهیافت جدید را بیشتر از تجربیات همکاران خود در بخش رایانه بیاموزند (بلدوین و

کلارک[1]، ۱۹۹۷، ص ۸۴).

راه‌حلی برای پیچیدگی روزافزون

در نشریات مدیریتی معروف در سطح دنیا، دربارهٔ قدرت خارق‌العاده فنّاوری رایانه قلم‌فرسایی زیادی شده است.

ظرفیت ذخیره‌سازی و سرعت پردازش به گونهٔ سرسام‌آوری افزایش داشته، درحالی که هزینه‌ها ثابت مانده یا حتی کاهش یافته است. این بهبودها به رشد بسیار زیاد پیچیدگی رایانه وابسته است. رایانهٔ جدید را زنجیره‌ای شگفت‌انگیز از عواملی می‌توان در نظر گرفت که هماهنگ با هم عمل کرده، به سرعت و به‌طور دقیق و تفصیلی تکامل می‌یابند.

«سلول‌گرایی» شرکتهای رایانه‌ای را قادر ساخته تا این فنّاوری بسیار پیچیده را اداره کنند. طراحان، تولیدکنندگان و کاربران با تبدیل یک محصول به خرده‌سیستمها یا سلولها، انعطاف شگفت‌انگیزی به دست آورده‌اند. هر شرکتی، مسؤولیت ساخت «سلولی» را برعهده می‌گیرد و مطمئن است که محصول قابل اعتمادی از مجموع تلاشها حاصل خواهد شد.

برای صنعتی، مانند رایانه-که در آن عدم اطمینان فنّاوری، زیاد و بهترین روش پیشرفت، اغلب ناشناخته است- هرچه طراحان، تجربیات و انعطاف بیشتری برای ایجاد و آزمایش سلولهای خود داشته باشند، صنعت سریعتر می‌توانند به نمونه‌های بهبود یافته‌تری دست پیدا کند (بلدوین و کلارک، ۱۹۹۷، ص ۸۵).

شرکت آی.بی.ام در سال ۱۹۶۴، نخستین رایانه سلولی- یعنی سیستم ۳۶۰- را به بازار ارائه کرد و اثربخشی رهیافت سلولی را نشان داد. همهٔ سازندگان رایانه‌های بزرگ، تا پیش از سال ۱۹۶۴، مدل رایانه خود را به گونه‌ای طراحی می‌کردند که منحصر به فرد باشد؛ یعنی هر رایانه، سیستم‌عامل، پردازشگر، تجهیزات جانبی و نرم‌افزارهای

---

1. Baldwin, Carlis Y. and Kim B. Clark

کاربردی ویژه خود را داشت. هر بار که سازنده، رایانهٔ جدیدی را با استفاده از فناوریهای پیشرفته‌تر ارائه می‌داد، مجبور می‌شد نرم‌افزار و سایر اجزای ویژه سیستم جدید را نیز تولید و در عین حال، لوازم مدلهای پیشین خود را نیز نگهداری کند. از سوی دیگر، کاربران نهایی نیز هنگام استفاده از رایانه‌های جدیدتر مجبور می‌شدند که تمام برنامه‌های موجود خود را بازنویسی کنند و خطر از دست رفتن اطلاعات مهم سازمان در تبدیل نرم‌افزارهای قدیمی به نرم‌افزارهای جدید را نیز بپذیرند. از این رو، بسیاری از مشتریان از اجاره یا خرید رایانه‌های جدید اکراه داشتند.

طراحان سیستم ۳۶۰، با این مسأله به‌طور مستقیم برخورد کردند و خانواده‌ای از رایانه‌ها را تجسم بخشیدند و طراحی کردند که دستگاههایی در اندازه‌های گوناگون و برای کاربردهای مختلف را شامل می‌شد که همگی آنها مجموعهٔ دستورالعملهای یکسانی بودند. همچنین، ممکن بود که رایانه‌ها در تجهیزات جانبی با هم همسانی داشته باشند. طراحان برای دستیابی به چنین انعطافی، اصل «سلول‌گرایی» در طراحی را به کار بردند؛ بدین معنی که قواعد طراحی پردازشگر و سایر اجزای رایانه را به دو بخش قواعد آشکار و پنهانِ طراحی تقسیم کردند؛ به گونه‌ای که قواعد آشکار و عام طراحی، چگونگی کار سلولهای گوناگون با یکدیگر را معین می‌ساخت و رعایت آنها الزامی بود و گروههای طراح بسیاری که در سطح جهان پراکنده بودند، با رعایت قواعد آشکار به طراحی می‌پرداختند. هر گروه بر قواعد پنهان طراحی در سلول خود، کنترل کامل داشت. ناگفته نماند که قواعد پنهان طراحی، تأثیری بر سایر سلولها ندارند.

شرکت آی.بی.ام با استفاده از رهیافت سلولی و با افزودن سلولهای مترجم به رایانه‌های جدید خود، آنها را با نرم‌افزارهای موجود سازگار ساخت و موفقیت مالی و تجاری عظیمی را نصیب شرکت و مشتریان آن کرد. بسیاری از رقبای شرکت آی.بی.ام که سازندهٔ رایانه‌های بزرگ بودند، مجبور به ترک بازار شدند یا به جستجوی یافتن بخش کوچکی از بازار با تمرکز بر مشتریان دارای نیازهای بسیار تخصصی پرداختند. البته، رهیافت «سلول‌گرایی»، در بلندمدت با ورود شرکتهای جدیدی که سلولهای خود شامل (چاپگر، پایانه، حافظه، نرم‌افزار و حتی «واحد پردازش مرکزی» رایانه) را با

رعایت قواعد آشکار طراحی شرکت آی.بی.ام ساخته بودند، سلطهٔ شرکت آی.بی.ام را تحت تأثیر قرار داد. شرکتهای جدید، اغلب با تخصص یافتن در یک زمینهٔ معین و رعایت قواعد آشکار طراحی، توانستند سلولهایی بهتر از سلولهای تولیدی شرکت آی.بی.ام ارائه دهند.

سرانجام، صنعت پویا و نوآوریهایی که در زمینهٔ سلولها پدید آمده و رشد یافته‌اند، تولید انواع رایانه‌های کاملاً جدید را توسعه بخشیدند، و بدین‌ترتیب، تجربیات موازی و متعددی در هر زمینه به‌وجود می‌آمد، به گونه‌ای که طراحان سلول، آزاد بودند تا بُرد گسترده‌ای از رهیافتها را در ساخت سلول به کار گیرند. در هر صنعت پویا که عدم اطمینان فنّاوری زیاد باشد بهترین روش پیشرفت، اغلب ناشناخته است و تجربیاتِ بیشتر و انعطافِ زیادتر طراحان برای ساخت و آزمایش سلولهای خود، موجب دستیابی صنعت به نمونه‌های پیشرفته‌تری از محصولات خواهد شد.

عاملی که سازندگان «سلولی» را از پیمانکاران معمولی متمایز می‌سازد، آزادی‌ای است که آنان برای آزمایش محصول طراحی شدهٔ خود دارند؛ برای مثال یک گروه طراحِ «جايِ دیسکت» باید از الزامهای کلی «رایانه شخصی»، مانند برنامه انتقال اطلاعات، مختصات شکل و اندازه سخت‌افزار و شاخصهای تعامل، پیروی کند تا مطمئن شود که سلول در درون سیستم، به‌عنوان یک جزء از کل، کار خواهد کرد. تصمیمهایی که طراحان سلول می‌گیرند، به سایر طراحان یا حتی به طراحان «آرایش درونی سیستم» که تدوین کنندهٔ قواعد آشکار هستند نیز نمی‌گویند. رقبای طراح «جايِ دیسکت» نیز به همین ترتیب می‌توانند با رهیافتهای مهندسی متفاوتی برای نمونه‌های خود، از یک سلول به آزمایش و تجربه بپردازند، به شرط آنکه آنان نیز قواعد آشکار طراحی را رعایت کنند (اپینگر و دیگران، ۱۹۹۴، ص ۸۶).

فراگرد «سلول‌گرایی» و قواعد آشکار و پنهان آن

سلول‌گرایی، راهبردی برای سازماندهی فراگردهای پیچیدهٔ ارائه خدمت و تولید محصول کارآمد است. یک سیستم سلولی، از واحدها یا سلولهایی تشکیل شده‌است که

به‌طور مستقل طراحی گردیده‌اند، ولی به‌عنوان یک کل منسجم عمل می‌کنند (پاین سوم[1]، ۱۹۹۳، ص ۳۷). طراحان با دسته‌بندی اطلاعات، «به قواعد آشکار طراحی» و «عوامل پنهان طراحی»، به سلول‌گرایی دست می‌یابند. «سلول‌گرایی» تنها در صورتی سودمند است که دسته‌بندی صورت پذیرفته، دقیق، بدون ابهام و کامل باشد. قواعد آشکار طراحی (که «اطلاعات آشکار» نیز خوانده می‌شود) تصمیمهایی هستند که بر تصمیمهای بعدی طراحی اثر دارند. در فراگرد طراحی، مطلوب است که نخست «قواعد آشکار طراحی» مشخص و تدوین گردند و آنگاه به‌طور گسترده به افراد دست‌اندرکار منتقل شوند. «قواعد آشکار طراحی» در سه دسته قرار می‌گیرند:

۱. آرایش درونی، که به‌طور دقیق مشخص می‌کند چه سلولهایی جزو سیستم خواهند بود و کارکرد هریک از آنها چیست؟

۲. تعاملها، که تفصیل چگونگی تعامل سلولها را، از جمله این‌که چگونه با هم هماهنگ یا به هم وصل خواهند شد و ارتباط برقرار خواهند کرد، شرح می‌دهند.

۳. شاخصها، برای آزمایش انطباق هر سلول با قواعد طراحی (آیا سلول x می‌تواند در سیستم کار کند) و برای سنجش عملکرد یک سلول در برابر سلولهای دیگر (سلول x در مقایسه با سلول y چقدر خوب عمل می‌کند) به کار می‌روند.

مدیران اجرایی، گاهی هر سه دسته عامل اطلاعات آشکار را با هم جمع می‌کنند و مجموع آنها را «آرایش درونی»، «تعاملها» یا «شاخصها» می‌نامند. عوامل پنهان طراحی (که «اطلاعات پنهان» نیز خوانده می‌شود) تصمیمهایی هستند که بر طراحی فراتر از «سلول محلی» اثر ندارند. عوامل پنهان را می‌توان بعدها انتخاب کرد و بارها آن را تغییر داد، و نباید اطلاعات مربوط به آن را به کسی، بجز گروه طراح سلول داد (نوینز و ویتنی[2]، ۱۹۸۹، ص ۹۰).

سلول‌گرایی در خارج از صنعت رایانه

سلول‌گرایی به عنوان یک اصل در تولید، سابقه‌ای طولانی دارد. تولید کنندگان بیش از

---

1. Pine III
2. James L. Nevins and Daniel E. Whitney

یک قرن از آن استفاده می‌کردند؛ زیرا همواره ساخت محصولات پیچیده با تقسیم فراگرد ساخت با سلولها، آسانتر شده است؛ برای مثال، خودروسازان به‌طور یکنواخت، اجزای یک خودرو را در ایستگاههای مختلف می‌سازند و آنگاه آنها را با سرهم کردن (سوارکردن) کامل می‌کنند. این امر به دلیل آنکه طراحی هر بخش بدقت و به‌طور کامل معین شده، ممکن گشته است. در این بافت، طراحی مهندسی هر قطعه (ابعاد و لقّیها) اطلاعات آشکار در سیستم تولید محسوب می‌شود و این امکان را فراهم می‌آورد تا فراگرد پیچیده، میان سازندگان بسیاری توزیع و حتّی برای دیگر تأمین کنندگان، ورودی محسوب شود. این تأمین کنندگان نیز ممکن است به نوبهٔ خود فراگردهای تولید یا تدارکات را تجربه کنند، ولی برخلاف تأمین کنندگان در صنعت رایانه، آنها به‌طور تاریخی هیچگونه سهمی در طراحی اجزای ساخته شده ندارند، یا سهمشان اندک است. از سلول‌گرایی نه تنها در طراحی واقعی محصولات ـ نسبت به فراگردها ـ بسیار کم بهره گرفته شده، بلکه در مصرف آنها نیز بسیار کم مورد استفاده قرار گرفته است.

سلول‌گرایی در مصرف، این اجازه را به مشتریان می‌دهد که اجزای تشکیل دهندهٔ یک محصول را با هم جور و ترکیب کنند تا به یک محصول نهایی که با نیازها و سلیقه‌های آنان سازگارتر باشد، برسند؛ برای مثال مشتریان برای ساخت یک بستر مطلوب، اغلب چهارچوب تخت، ملافه، متکا، تشک و روتختی را از تولید کنندگان و حتی خرده‌فروشان مختلف خریداری می‌کنند، و از آنجا که سازندگان مختلف این نوع کالاها را براساس اندازه‌های استاندارد می‌سازند، همهٔ آنها با هم جور هستند. سلول‌گرایی در مصرف می‌تواند نوآوری در طراحی را توسعه بخشد. سازندگان می‌توانند، به‌طور مستقل، مفاهیم و محصولات جدید را تجربه کنند، و تا زمانی که سلولهای تولیدی آنان با ابعاد استاندارد انطباق دارد، براحتی رضایت مشتری را به دست می‌آورند.

اگر سلول‌گرایی مزایای بسیاری دارد، پس چرا تمام محصولات و فراگردها، به‌طور کامل، سلولی طراحی نشده‌اند؟ پاسخ این پرسش آن است که طراحی سیستمهای سلولی به مراتب دشوارتر از طراحی سیستمهای یکپارچه مشابه است. طراحان

سیستمهای سلولی باید دربارهٔ عملکرد درونی هر فراگرد یا کل محصول، دانش زیادی داشته باشند تا بتوانند قواعد آشکار طراحی مورد نیاز را برای ساختن یک محصول تدوین کنند. قواعد طراحی باید از پیش معین باشد، درحالی که در سطح هر سلول، طراحی به‌طور مستقل پیش می‌رود.

گاهی ممکن است به نظر برسد که همه چیز خوب پیش می‌رود، و تنها زمانی که سلولها سرهم می‌شوند و یک کل را به‌وجود می‌آورند، سیستم ایجاد شده به عنوان یک کل ممکن است، عملکرد ضعیفی داشته باشد و مسائل ناشی از «سلول‌گرایی» ناقص یا ناکامل بروز کند (بلدوین و کلارک، ۱۹۹۷، ص ۸۶).

اکنون وارد دورهٔ پیشرفتهای وسیع در «سلول‌گرایی» شده‌ایم. پیشرفتهای غیرمنتظره در علم مواد و سایر زمینه‌ها، کسب دانش عمیق دربارهٔ محصول را که برای معین کردن قواعد طراحی ضرورت دارد، آسانتر کرده است؛ برای مثال، اکنون مهندسان، از چگونگی واکنش فلز در برابر نیرو به اندازهٔ کافی آگاهند تا از انطباق سلولی در طراحی بدنه و فراگردهای شکل‌دهی فلزی برای خودروها و وسایل بزرگ خانگی اطمینان حاصل کنند.

البته، پیشرفت در محاسبه به‌طور چشمگیری هزینهٔ جمع‌آوری، پردازش و ذخیره‌سازی اطلاعات را کاهش داده است، که در نتیجه، موجب کاهش هزینهٔ طراحی و آزمایش سلولهای مختلف شده است. هم‌اکنون، به‌طور همزمان، بهبودهایی در بازارهای مالی و ابتکار در چگونگی عقد قرارداد حاصل شده که به شرکتهای کوچک کمک می‌کند تا بهتر بتوانند منابعی به‌دست آورده و هم‌پیمانانی برای خود بیابند و دست به تجربه زده، سلولها و محصولات جدیدی را به بازار ارائه دهند. در برخی از صنایع- مانند ارتباطات از راه دور و نیرو- مقررات‌زدایی، این آزادی را برای شرکتها فراهم کرده تا بازار را در طول خطوط سلولی تقسیم کنند.

سازندگان بزرگ صنعت خودروسازی، درحال فاصله گرفتن از سیستم متمرکز طراحی- که بیش از یک قرن بر آن تکیه داشتند- هستند. اکنون مهندسان و طراحان خودرو برای کاهش هزینه‌ها، افزایش شتاب نوآوری و بهبود کیفیت، تحت فشار زیادی

قرار دارند و به دنبال راههایی برای سفارش دادن طراحی سیستم پیچیدهٔ الکتریکی / مکانیکی خود به بیرون هستند.

نخستین گام در این زمینه، تعریف مجدد سلولها در فراگردهای تولید است (اپینگر[1] و دیگران، ۱۹۹۴، ص ۱۱۰). گذشته از محصولات، دامنهٔ گستردهای از خدمات نیز درحال سلولی شدن هستند. بارزترین آنها در ارائه خدمات مالی است که سلولی شدنِ فراگردِ آن بسیار بعید به نظر می‌رسید. هیچ چیز آسانتر از سهام و اسناد اعتباری، سلولی نمی‌شود. خدمات مالی، به‌طور کامل، نامشهودند و بُعد سخت‌افزاری ندارند. در خدمات مالی از ساختارهای پیچیدهٔ وسایل الکتریکی و رمزهای دشوار رایانه‌ای خبری نیست. از آنجا که علم مالی بسیار پیچیده و پیشرفته است، این خدمات را نسبتاً به آسانی می‌توان تعریف، تجزیه و تحلیل و از هم تفکیک کرد. قواعد مبادلات مالی را با استفاده از دفترداری سنتی قرون گذشته، به همراه شاخصهای صنعتی و قانونی جدید و قراردادهای مبادلهٔ اسناد اعتباری می‌توان تدوین کرد. در نتیجه، ارائه کنندگان خدمات مالی به قبول مسؤولیت برای ارائه خدمت در تمام زمینه‌ها نیازی ندارند؛ برای مثال، کارهای مربوط به مدیریت «سبد اسناد اعتباری» مانند انتخاب داراییها، انجام مبادلات، نگهداری سوابق، انتقال مالکیت، ارسال ترازنامه و گزارش وضعیت و انجام خدمات امانت‌داری را می‌توان براحتی از هم تفکیک کرد و هر شخص یا مؤسسه‌ای می‌تواند یکی از خدمات را بدون شباهت با روش خدمت‌دهی دیگران ارائه دهد.

نتیجهٔ دیگرِ سلولی بودن ذاتی ابزارهایِ مالی موجب رونق عظیم نوآوری شده است؛ برای مثال، طراحان با تلفیق روشهای علمی پیشرفته و رایانه‌هایی با سرعت زیاد، توانسته‌اند اسناد اعتباری را به واحدهای کوچکتری نیز تقسیم کنند که بعدها به صورت محصولات مالی اشتقاقی می‌توان بازسازی کرد. چنین نوآوریهایی بازارهای مالی جهانی را چنان سیال کرده‌اند که اکنون سرمایه، حتی میان کشورهایی که شیوه‌های مالی بسیار متفاوتی دارند، به آسانی جریان دارد (مرتون و بودای[2]، ۱۹۹۵، ص ۱۶۲).

---

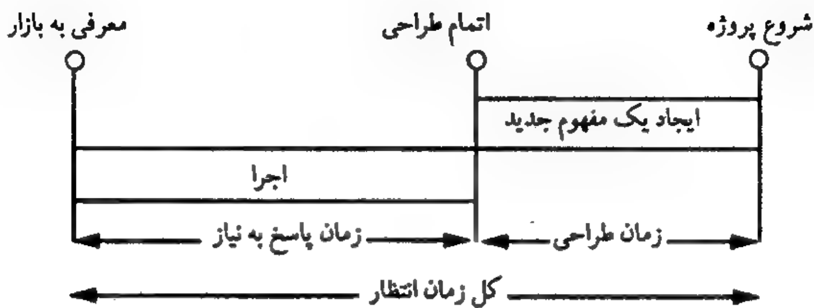
1. Steven D. Eppinger 2. Robert C. Merton and Zvi Bodie

تداوم حیات در محیط پویا

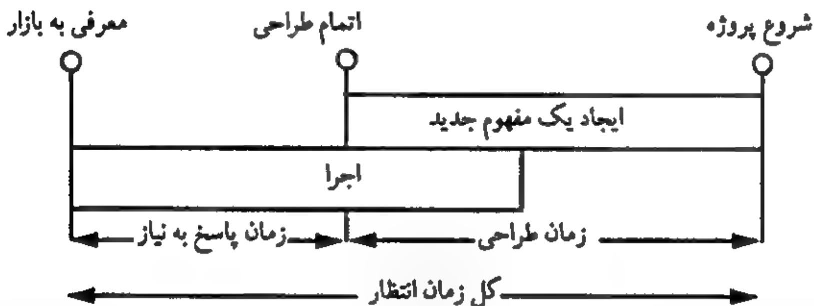
سلول‌گرایی، آثاری بیش از تسریع شتاب تغییر یا افزایش فشار رقابت دارد. سلول‌گرایی روابط میان سازمانها را نیز متحول می‌سازد. طراحان «سلول» در عین حالی که در یک مسابقهٔ مستمر نوآوری رقابت می‌کنند، باید بسرعت در سرمایه‌گذاریهای مشترک، هم‌پیمانی در فنّاوری، عقد قراردادهای فرعی، توافقهای استخدامی و پذیرش شرایط مالی ویژه وارد شوند یا این گونه تعهدات را از دوش خود بردارند. در صنعتی که نوآوری به‌طور مستمر در آن صورت می‌پذیرد، بخشی از یک مجموعهٔ سلولی چندصد شرکتی بودن با عضویت در یکی از شرکتهای مسلط در یک صنعت نسبتاً پایدار، تفاوت زیادی دارد. در صنعت پویا هیچ راهبردی یا مجموعه اقدامهای متوالی همواره پاسخ مثبت نمی‌دهد. همان‌گونه که در بازی شطرنج یک حرکت خوب به عوامل چندی، مانند نحوهٔ قرارگرفتن مهره‌ها بر روی تخته، تعداد مهره‌هایی که در کنترل بازیکن هست، مهارت و منابع تحت کنترل بازیکن رقیب بستگی دارد، در صنعت پویا نیز عوامل بیشماری در موفقیت یک تصمیم نقش دارند (بلدوین و کلارک، ۱۹۹۷، ص ۸۸).

از آنجا که سلول‌گرایی میزان رشد نوآوری را رونق می‌بخشد، مدت زمان پاسخ به حرکات رقبا را برای رهبران تجاری کاهش می‌دهد. برخی از افراد ممکن است به مفهوم «سال شبکه اطلاعاتی» بخندند، ولی این موضوع شوخی نیست. همین که صنایع هرچه بیشتر سلول‌گرایی را دنبال می‌کنند، مدیران عالی آنان مانند مدیران عالی صنعت رایانه مجبور خواهند شد که خود را سریعتر با میزان روبه افزایش سرعت نوآوری و تحولات، منطبق کنند. پیدایش شبکه اطلاعاتی جهانی، یکی از چالش‌انگیزترین محیطها را برای ایجاد محصول در تاریخ جدید فراهم آورده است. وضعیت بازار ایجاب می‌کند که محصول یا خدمت ارائه شده بتواند رضایت مشتری را به دست آورد و برای این منظور فنّاوریهای جدید ضرورت می‌یابند، که آن هم به نوبهٔ خود دستخوش تحولات بنیادی است، حتی در مدت زمانی که محصول در دست ساخت می‌باشد. در پاسخ به چنین عواملی، شرکتها مجبور شده‌اند فراگرد سنتی ایجاد محصول را که در آن نخست محصول به‌طور کامل طراحی و آنگاه وارد خط تولید می‌شد، اصلاح کنند و به جای آن فراگرد

منعطف ایجاد محصول را پیش بگیرند، که در این رهیافت به طراحان اجازه داده می‌شود به تعریف و شکل‌دهی محصول را حتی پس از شروع فراگرد تولید ادامه دهند (نمودار ۱ـ۲).



۱. رهیافت سنتی



۲. رهیافت منعطف

سرعت در این مدل، مفهوم ظریفی دارد. کل زمان انتظار، یعنی زمانی که صرف اجرای هدفهای آغازین پروژه می‌شود، از اهمیت زیادی برخوردار است؛ ولی زمان طراحی مفهومی و زمان اجرا نیز شاخصهای حیاتی به شمار می‌آیند. زمان طراحی مفهومی، پنجرهٔ فرصت برای وارد کردن اطلاعات جدید و بهینه کردن نتیجهٔ مسابقه میان فناوری و زمینهٔ کاربرد آن است. زمان اجرا، حاکی از دوره‌ای است که در طول آن، پنجرهٔ فرصت بسته خواهد بود و آرایش درونی محصول تغییر نخواهد کرد و پروژه را نمی‌توان با اطلاعات جدید بهینه کرد، گرچه کل زمان انتظار برای هر دو فراگرد یکی است. فراگرد منعطف در زمان کوتاهتری می‌تواند به نیاز محیط پاسخ دهد و بنابراین در محیطهای بسرعت درحال تغییر، کارسازتر است.

نمودار ۲ـ۱ دو رهیافت برای ایجاد محصول

این نوآوری به شرکتهای شبکه اجازه می‌دهد تا خواسته‌های بسرعت درحال تغییرِ مشتری را با فنّاوریهای درحال تکامل تلفیق کرده، تا آخرین لحظهٔ ممکن پیش از عرضهٔ محصول به بازار، در طراحی خود تجدید نظر و آن را تکمیل کنند (ایانسیتی و مک کومارک[1]، ۱۹۷۷، ص ۱۰۸ـ۱۱۰).

همزمان با رونقی که سلول‌گرایی به میزان نوآوری می‌بخشد، درجه عدم اطمینان در فراگرد طراحی نیز افزایش می‌یابد. برای مدیران در چنین بازاری، هیچ راهی وجود ندارد که بدانند کدام‌یک از رهیافتها تجربی متعدد پیروز خواهد شد. بنابراین، مدیران برای آمادگی در برابر تحولات بنیادین و ناگهانی بازار به توان انتخاب از میان زنجیرهٔ پیچیده‌ای از فنّاوریها، مهارتها و شیوه‌های تأمین منابع مالی نیاز دارند. ایجاد، مراقبت و پرورش سبدی از چنین انتخابهایی، به مراتب مهمتر از این است که مدیران به دنبال «کارآیی ایستا» فی‌نفسه باشند (کریستنسن و روزن‌بلوم، ۱۹۹۵، ص ۲۳۳).

رهبری در عصر معرفت

مدیران برای تداوم حیات سازمان خود در یک محیط آکنده از «سلول‌گرایی» باید به طراحی مجدد درون سازمانی خود بپردازند. مدیران برای ایجاد سلولهای برتر، به انعطاف برای ورود سریع به بازار و استفاده از فنّاوریهای بسرعت درحال تغییر نیاز دارند. ولی آنان باید اطمینان حاصل کنند که سلولهای طراحی شده با آرایش درونی سیستم نیز انطباق داشته باشد. رفع این معضل در گرو سلول‌گرایی در درون سازمان است. درست همان‌گونه که سلول‌گرایی در طراحی، نوآوری در محصولات را با آزاد گذاشتن دست طراحان برای آزمایش رونق می‌بخشد، مدیران نیز می‌توانند سرعت چرخهٔ بهبود را برای هر سلول با تقسیم کار میان گروههای کاری مستقلی که هریک سلولهای فرعی متفاوتی را دنبال می‌کنند یا مسیر متفاوتی را برای بهبود می‌پیمایند، افزایش دهند.

همان‌طور که در تولید یک محصول با رهیافت سلولی، کلید تلفیق، «اطلاعات

1. Marco Ianciti and Alan MacComark

آشکار» بود، تلفیق فعالیتهای بخشهای مختلف سازمان نیز با استفاده از «اطلاعات آشکار» باید صورت پذیرد. اینجاست که رهبری نقش حیاتی دارد. برخلاف آنچه اکنون بسیاری از ناظران رهبری مطرح می‌کنند، رؤسای این سازمانها باید تلاشی بیش از بینش صرف و دید صحیح دادن و تدوین هدفها برای گروههای توسعهٔ نامتمرکز به عمل آورند؛ به بیان دیگر، آنان باید چهارچوبهای عملیاتی بسیار دقیق و تفصیلی برای کار هریک از گروهها تهیه کنند و در اختیار آنان قرار دهند.

چنین چهارچوب عملیاتی، با تفکیک دقیق راهبرد و برنامه‌هایی که برای تکمیل یک فراگرد پیچیده یا خط تولید تدوین گردیده، پی‌ریزی می‌شود؛ به گونه‌ای که گروههای بهبود و توسعه هر سلول به مرور زمان بتوانند خود را با آن تطبیق دهند و حتی به نحوهٔ کار این گروههای طراحی سلول نیز قابل گسترش باشد؛ برای مثال، قواعدی برای تعیین تناسب نوع گروه کاری با نوع پروژه باید تدوین شود و در آن اندازهٔ گروه، نقشهای مدیران ارشد گروه، نقشهای اعضای هسته مرکزی طراحی و گروههای پشتیبانی در اجرای پروژه معین شده باشد. چهارچوب عملیاتی مذکور باید فراگردهای سنجش پیشرفت کارها و سنجش کیفیت محصولاتی را که به بازار عرضه خواهند شد نیز تعریف کند و رهنمودهایی را (مانند هدایت کار با استفاده از یک نمونه ساخته شده) به عنوان راهنمای عمل گروههای کاری نیز ارائه دهد.

این چهارچوب سازماندهی، مانند «اطلاعات آشکار» در یک رهیافت تولید محصول به روش سلولی، ساختار کلی چگونگی کار گروهها با یکدیگر، روشهایی برای تعامل آنها با همدیگر و گروههای پشتیبانی را فراهم می‌آورد و شاخصهایی را برای تعیین مزیت کار هر گروه نسبت به گروههای دیگر ارائه می‌دهد. اگر هدایت گروههای کاری سازندهٔ هر سلول درست صورت نپذیرد، ممکن است هر گروه به دنبال ابتکاراتی برود که مزیت فردی به بار آورد ولی از قواعد آشکار انحراف داشته باشد.

همان‌طوری که اگر میان سلولهای محصول تولید شده با رهیافت سلولی، تعامل خوبی برقرار نباشد معیوب به شمار خواهد آمد؛ سازمانی که از این گروههای نامتمرکز شکل می‌گیرد، اگر براساس یک چهارچوب روشن و اثربخش فعالیت نکند، از تأخیرها

و علایم ناسازگار و گمراه کننده رنج خواهد برد. عدم مبادلهٔ اطلاعات پنهان با سایر بخشهای یک سازمان می‌تواند منشأ مسائل فراوانی باشد. پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که عدم ارتباطات میان طراحانِ سلولهای مختلفِ یک محصول موجب تکرار خطاهای پرهزینه‌تر می‌گردد.

سازمانها برای استفادهٔ کامل از سلول‌گرایی، نیازمند کارکنانی هستند که مشتاق نوآوری، بسیار ماهر و از حیث نظری و فکری، مستقل باشند. این‌گونه طراحان و مهندسان به کنترلهای شدید پاسخ مثبت نمی‌دهند و بسیاری از آنان شکلهای سنتی مدیریت را قبول ندارند و به جای اینکه تسلیم سبک مدیر سنتی شوند، به فکر استخدام در جاهای دیگر می‌افتند. به هرحال، چنین کارکنانی به آن دسته از مدیران آگاه پاسخ مثبت می‌دهند که با استدلالهای منطقی، کارکنان را به پایبندی سخت نسبت به چهارچوب عملیات محوری سازمان تشویق کنند. مدیران باید بدانند به گونه‌ای به کارکنان اجازهٔ کسب تجربه، به‌طور مستقل را بدهند تا از مسیر درست خارج نشوند. بهترین استعاره برای چنین هدایتی را می‌توان در زیست‌شناسی یافت که اندامهای (ارگانیزمهای) پیچیده می‌توانند به شکلهای متنوع و شگفت‌انگیزی، تنها با تبعیت از قواعد غیرقابل تغییر توسعه، تکامل یابند.

در دنیایی که سلیقه‌های افراد با رایانه شکل می‌گیرد، مدیران، کارکنان را کمتر کنترل خواهند کرد و بیشتر به دانستن نیاز خواهند داشت. وقتی سلول‌گرایی تکامل بیشتر بخشهای اقتصادی را به دست گیرد، بیشترین چالش مدیران اجرایی کسب شناخت دقیق و نزدیک از دانشی است که پشتوانهٔ محصولاتشان خواهد بود. از آنجا که توان آنان در تعیین موقعیت سازمان و پاسخ به تغییرات بازار و هدایت نوآوریهای درونی به میزان دانش آنان از فنّاوری بستگی خواهد داشت، فنّاوری نمی‌تواند حکم جعبهٔ سیاه را برای آنان داشته باشد؛ به عبارت دیگر، مدیران نمی‌توانند صرفاً با استخدام افراد دانشمند و در اختیار قرار دادن منابع، تحولات دانش را از دور مدیریت کنند. آنان نیاز دارند به اینکه از نزدیک درگیر شکل‌دهی و هدایت چگونگی ایجاد و به کارگیری دانش باشند. به نظر برخی از مدیران، جزئیات مربوط به عملکرد درونی محصول ساخته شده با رهیافت

سلولی ممکن است صرفاً مسأله فنی- مهندسی به نظر برسد. اما در بافت رقابت شدید و فنّاوری بسرعت درحال تغییر، موفقیت کل راهبردهای سازمان می‌تواند به یک چنین جزئیات به ظاهر خُرد گره خورده باشد (بلدوین و کلارک، ۱۹۹۷، ص ۹۳).

پرسشها

۱. نقش صنعت رایانه را در تحولات امروزی با نقش صنعت راه‌آهن در قرن نوزدهم مقایسه و تحلیل فرمایید.
۲. چگونه «سلول‌گرایی» می‌تواند راه‌حلی برای پیچیدگیهای رشد یابنده باشد؟ تشریح فرمایید.
۳. فراگرد سلول‌گرایی را تعریف کنید و علل تحقق آن را تحلیل فرمایید.
۴. قواعد آشکار و پنهان در راهبرد «سلول‌گرایی» را تشریح کنید.
۵. سلول‌گرایی در خارج از صنعت رایانه را تشریح کنید.
۶. نقش «سلول‌گرایی» در تحول روابط میان سازمانها را تحلیل فرمایید.
۷. مفهوم «سال شبکه اطلاعاتی» را تشریح کنید.
۸. تأثیر «سلول‌گرایی» بر ساختار سازمانها را تحلیل فرمایید.
۹. چگونگی رهبری در عصر معرفت را تحلیل فرمایید.
۱۰. ویژگیهای کارکنان برای استفاده کامل سازمان از راهبرد «سلول‌گرایی» را تشریح فرمایید.
۱۱. آیا در عصر «سلول‌گرایی» مدیران می‌توانند فنّاوری را با استفاده از فن جعبه سیاه به کار گیرند؟
۱۲. برای جلوگیری از تکرار خطاهای پرهزینه طراحان چه باید کرد؟

واژه‌ها و مفاهیم مهم

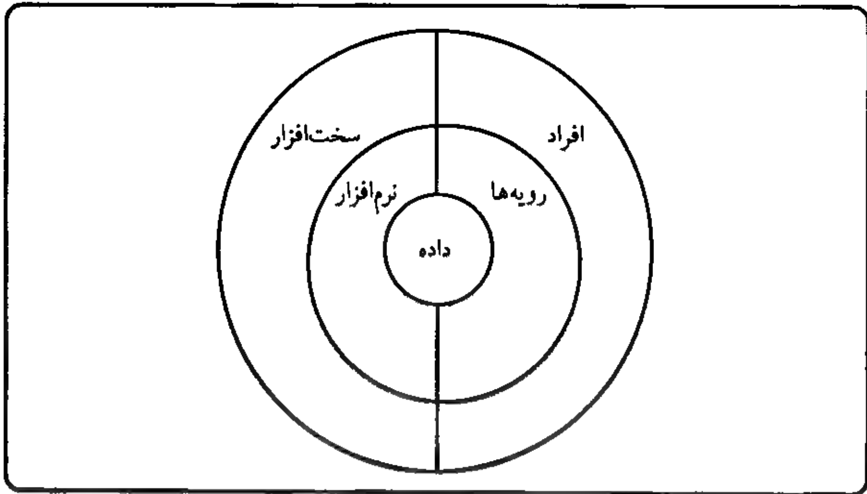
سلول	قواعد پنهان	شاهراه اطلاعاتی
سلول‌گرایی	آرایش درونی	سال شبکه اطلاعاتی
رایانه	تعاملها	فن جعبه سیاه
قواعد آشکار	استانداردها	

فصل سوم

عناصر سیستم اطلاعاتی

هر سیستم اطلاعاتی مبتنی بر رایانه برای تولید اطلاعات، پنج عنصرِ «افراد»، «رویه‌ها»، «داده‌ها»، «نرم‌افزار» و «سخت‌افزار» را از طریق دستیابی و پردازش داده‌ها درهم تلفیق می‌کند (نمودار ۱ـ۳). این عناصر در نمودار به‌طور متقارن نوشته شده‌اند تا یکسان بودن اهمیت آنها در فراگرد ایجاد سیستم اطلاعاتی، مورد توجه قرار گیرد. «داده‌ها» در مرکز سیستم قرار گرفته‌اند. دو بخش سمت راست به افراد و حاصل اندیشه آنها (رویه‌ها) و دو بخش سمت چپ به افزارهای مورد استفاده در رایانه اختصاص دارد. افراد و سخت‌افزار رایانه منشأ فعالیت بوده، و نرم‌افزار و رویه‌ها مجموعه‌ای از دستورالعملها را تشکیل می‌دهند. نرم‌افزار چگونگی تبدیل داده به اطلاعات را به سخت‌افزار دیکته می‌کند و رویه‌ها چگونگی تبدیل داده به اطلاعات را به افراد نشان می‌دهند. در طول چرخهٔ حیات ایجاد سیستم اطلاعاتی به هریک از این پنج عنصر توجه یکسانی باید مبذول شود.

با طراحی سیستم مبتنی بر رایانه بسیاری از فعالیتهایی که پیش از این به وسیله افراد با پیروی از رویه‌ها صورت می‌پذیرفت به وسیله سخت‌افزار با اجرای نرم‌افزار انجام خواهد شد. در هر صورت، افراد و رویه‌ها هنوز هم عناصر مهمی در سیستمهای مبتنی بر رایانه به شمار می‌آیند. مهارتهای مورد نیاز افراد و رویه‌هایی که به‌کار می‌گیرند تغییر خواهد یافت ولی هر دو جایگاه روشنی در سیستم اطلاعاتی خوب طراحی شده دارند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۳).



نمودار ۳ـ۱ عناصر سیستم اطلاعاتی

در این بخش عناصر پنجگانه هر سیستم اطلاعاتی تشریح خواهد شد و در خصوص هریک از آنها نکاتی چند مورد تأکید قرار خواهد گرفت.

افراد. نخستین عنصر در مدل سیستم اطلاعاتی افرادند. افراد در سیستم اطلاعاتی نقشهای گوناگون ایفا می‌کنند که می‌توان آنها را در سه دسته طراحان، راهبران و کاربران طبقه‌بندی کرد.

طراحان سیستم شامل تحلیلگران و برنامه‌نویسان سیستم می‌شود. طراح سیستم برای ایجاد سیستم با کاربران همفکری می‌کند. شناخت نیازهای کاربران و ساخت و ترکیب مناسب عناصر سیستم به منظور برآورده ساختن آنها برای ایجاد سیستم ضرورت دارد.

راهبران سیستم، تجهیزات رایانه‌ای را مدیریت، کنترل، تعمیر و نگهداری می‌کنند.

کاربران سیستم شامل همه کسانی می‌شود که از اطلاعات تولید شده به وسیله رایانه استفاده می‌کنند.

رویه‌ها. رویه‌ها، دستورالعملهایی هنجار یافته و مشروحی هستند که افراد باید

به‌طور منظم دنبال کنند. یک روش دسته‌بندی رویه‌ها براساس نوع افرادی است که باید آنها را به کار گیرند، نظیر رویه‌های ویژه کاربر، رویه‌های ویژه راهبر سیستم. روش دیگر دسته‌بندی رویه‌ها براساس وضعیتی است که رویه‌ها در آن وضعیت باید به کار گرفته شوند، نظیر رویه‌های عادی و رویه‌های رفع عیب و اصلاح سیستم. رویه‌های عادی چگونگی دستیابی به نتایج موردنظر در شرایط عادی را نشان می‌دهند. رویه‌های رفع عیب چگونگی بکاراندازی مجدد سیستم را در صورت از کار افتادن آن نشان می‌دهد.

پیچیدگی رویه‌ها تا حد زیادی به پیچیدگی سیستم بستگی دارد. بدین معنی که سیستمهای دارای وظایف گسترده و کاربران بیشتر، به رویه‌های تفصیلی‌تری نیاز دارند.

داده. عنصر مرکزی سیستم اطلاعاتی داده است. داده، که اطلاعات پردازش نشده نیز گفته می‌شود به صورت عدد، و واقعیت وارد رایانه شده، ذخیره گشته و برای پاسخ به پرسشهای کاربران بازیابی می‌شود.

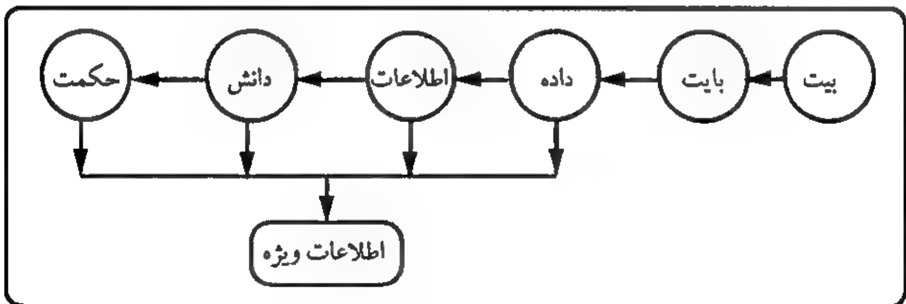
طبقه‌بندی اطلاعات

کوچکترین ذرّه اطلاعاتی را بیت[1] گویند. در سیستم دو دوئی یکی از دو حالت صفر (۰) و یک (۱)، یک بیت اطلاعات است. از ترکیب چند بیت اطلاعات، بایت[2] بوجود می‌آید. برای مثال در زبانهای برنامه‌نویسی هر هفت یا هشت بیت، یک کلمه[3] را می‌سازد. و از تلفیق بایتهای اطلاعاتی «داده» یا «اطلاع خام» شکل می‌گیرد. به یک عدد نظیر دوازده (۱۲) یا یک واقعیت مانند میز، داده گفته می‌شود. داده بیانگر مشاهدات یا واقعیتهای خارج از زمینهٔ اصلی‌شان است بنابراین به‌طور مستقیم معنایی ندارند. برای مثال باید بگوییم دوازده نفر تا معنی بیابد. از قرار گرفتن داده‌ها در درون یک متن معنی‌دار که اغلب به صورت پیام است اطلاعات به‌دست می‌آید. به‌عبارت دیگر، داده‌های ساختار یافته یا تفسیر شده را اطلاعات گویند. اگر عددی یا واقعیتی برای فرد خاص در ارتباط با موضوعی معین در زمان تصمیم‌گیری تعبیر و تفسیر شود به

---

1. bit 2. byte 3. word

اطلاعات تبدیل می‌شود. دانش[1] از اطلاعات (پیامهای) انباشته شده به صورت منظم، ساختار یافته و معنی‌دار، از طریق تجربه، ارتباطات یا استنتاج ایجاد می‌شود و ما آن را باور می‌کنیم و برای آن ارزش قـائل مـی‌شویم (درتسک[2]، ۱۹۸۱، ص ۴۶). دانش را می‌توان هم به عنوان یک چیز ذخیره و دستکاری کرد و هم به عنوان یک فراگرد دانستن و عمل کردن توأمان در نظر گرفت دانش در این حالت به معنی به کارگیری خبرگی و تخصص است. سازمانها بـه‌عنوان یک مـوضوع عـملی نـیاز بـه مـدیریت دانش هـم به صورت شیء و هم به صورت فراگرد دارند (بلک‌لر[3]، ۱۹۹۵، ص ۱۰۴۶-۱۰۲۱). از تلفیق دانشهای گوناگون بینش[4] حاصل می‌شود. اگر کسی بتواند رابطهٔ میان دانشهای گوناگون را کشف کند و قانونمندیهایی را که نیاز به مطالعه میان رشته‌ای[5] دارد کشف کند به حکمت دست می‌یابد. هریک از طبقات اطلاعات- یعنی داده، اطلاعات، دانش و حکمت اگر به صورت دست اول باشند اطلاعات ویژه[6] نامیده می‌شود (نمودار ۲-۳). اطلاعات ویژه به طبقاتی از اطلاعات گفته می‌شود که در اختیار افراد معدود یا سازمان خاصی باشند.



نمودار ۲-۳ طبقات اطلاعات

داده و اطلاعات را در یک دسته‌بندی دیگر به «داده و اطلاعات آشکـار»[7] و

1. knowledge
2. F. I. Dretske
3. F. Blakler
4. wisdom
5. interdisciplinary studies
6. intelligence
7. hard data and hard information

«داده و اطلاعات پنهان»[1] طبقه‌بندی می‌کنند. در خلاقیت از اطلاعات پنهان تحت عنوان «خواندن میان خطوط یا کشف معانی اظهار نشده»[2] نام برده می‌شود. به همین ترتیب دانش را به «دانش آشکار»[3] و «دانش ضمنی»[4] تقسیم می‌کنند.

چرخهٔ حیات «داده»[5]

داده، در یک سیستم اطلاعات مدیریت چرخهٔ حیات خاص خود را دارد. در مراحل ایجاد، طراحی و عملیات سیستمهای اطلاعاتی، سه جنبهٔ این چرخهٔ حیات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نخست طراح باید بداند داده چگونه تولید می‌شود. دوم وی باید بداند چه پردازشی یا تلفیقی بر روی داده‌ها صورت می‌پذیرد و سرانجام طراح باید بداند که انواع معین پردازش اطلاعات بویژه انتقال داده، و تبادل و ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها چگونه انجام می‌شود. تولید مجدد داده می‌تواند در نقاط گوناگون چرخهٔ حیات داده صورت پذیرد و بنابراین در نمودار چرخهٔ حیات «داده» نشان داده نشده است (نمودار ۳ـ۳).

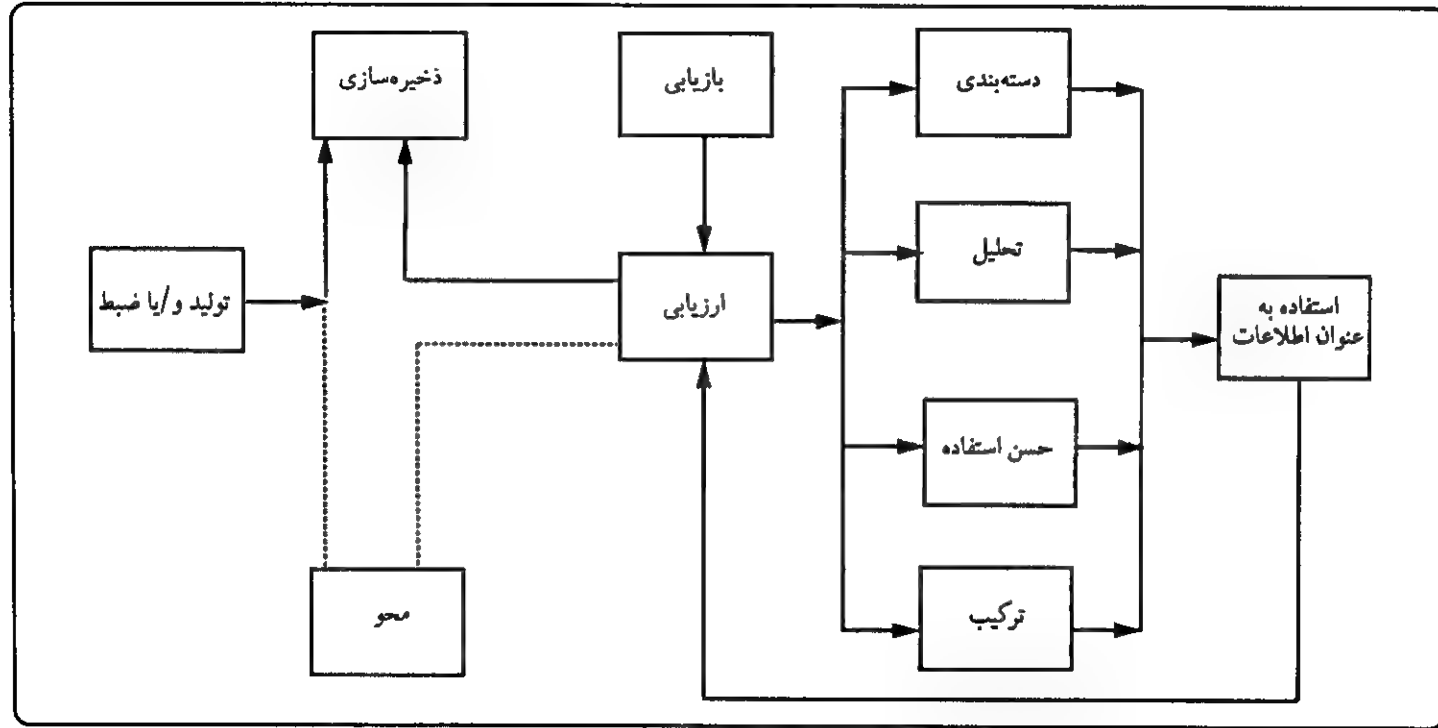
تولید یا ضبط داده که در خانه سمت چپ آمده می‌تواند به دلیل یک تعامل داخلی یا رخداد خارجی باشد. پردازشهای بعدی شامل موارد ذیل می‌گردد: ۱) ذخیره‌سازی یا محو، ۲) انتقال، ۳) بازیابی، ۴) تولید مجدد، ۵) ارزیابی، ۶) طبقه‌بندی، ۷) تحلیل، ۸) حسن استفاده، ۹) ترکیب، ۱۰) به‌کارگیری، ۱۱) محو.

ذخیره. تولید داده، نتیجهٔ پدیده‌ای داخلی یا خارجی سازمان بوده که مشاهده و ثبت شده است. تجربیات، داد و ستدها و عملیات بیانگر تولید داده برنامه‌ریزی شده‌اند. داده‌ها را به‌طور معمول بر روی سند یا در پایگاه اطلاعاتی ذخیره می‌کنند. اگر داده‌ای بی‌ارزش باشد محو می‌گردد.

انتقال. داده‌ها در چرخهٔ حیات داده به‌طور مکرر از فراگردی به فراگرد دیگر منتقل می‌شوند.

---

1. soft data and soft information
2. reading between the lines
3. explicit knowledge
4. implicit (tacit) knowledge
5. data life cycle



نمودار ۳.۳ چرخهٔ حیات داده

بازیابی. بازیابی داده از سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی به سهولت صورت می‌پذیرد زیرا داده‌ها مستقل از برنامه‌ها و کاربران نگهداری می‌شود.

تولید مجدد. داده‌های ذخیره شده در حافظه رایانه یا اسناد به گونه‌ای نیستند که به سهولت در اختیار مدیریت قرار گیرند. بنابراین داده‌ها را باید سازماندهی مجدد کرد تا به صورت قابل استفاده درآیند. حتی اگر داده ذخیره شده قابل استفاده مدیر نیز باشد تهیه نسخه‌هایی از آن برای استفاده کاربران دیگر ضرورت دارد.

ارزیابی. داده‌ها پس از بازیابی باید ارزیابی شود تا معین شود که به پردازش بیشتر نیاز دارد یا خیر. همچنین باید معین شود که به انباره بازگشت داده شود یا محو گردد. حتی پس از تبدیل داده به اطلاعات و استفاده از آن باید دوباره ارزیابی گردد. برخی از داده‌ها مصرف یک‌باره دارند و پس از استفاده باید محو گردند. درحالی که پاره‌ای از آنها برای استفاده مجدد باید به انباره انتقال یابند.

دسته‌بندی. داده‌ها اغلب به‌طور تصادفی جمع‌آوری می‌شوند و برای اینکه قابل استفاده گردند باید جداسازی صورت پذیرد. حتی داده‌هایی که جداسازی و دسته‌بندی شده‌اند نیز ممکن است برای قابل استفاده شدن نیازمند دسته‌بندی جدیدی باشند برای مثال اعداد و ارقام فروش محصولات یک فروشگاه ممکن است براساس فروشنده ذخیره شده باشد ولی جداسازی آنها برحسب محصول یا مشتری مورد نیاز باشد.

تحلیل. داده‌ها را می‌توان پیش از استفاده با شناسایی زمینه‌های مورد استفاده، روندها و رخدادهای غیرمعمول و با تعبیر و تفسیر تحلیل کرد.

حسن استفاده. اغلب اوقات ضرورت ایجاب می‌کند شکل داده‌های کمی را با جمع و تفریق و مانند آن تغییر دهیم یا معنی و مفهوم آنها را از طریق فرمولهای ریاضی یا تساویها تحلیل کنیم. برای مثال برای تخمین امکان فروش یا پیش‌بینی فروش و محاسبهٔ نسبتهای مالی می‌توان از روشهای آماری بهره جست.

ترکیب. تلفیق داده‌های متعدد اغلب ایجاب می‌کند آنها را در یک مجموعه کلی یا گزارش کامل سازماندهی کرد. برای مثال گزارشهایی را که هریک از نمایندگان فروش ارسال می‌دارند، یا جمع کل هزینه‌های کارخانه، یا تلخیص اطلاعات دست اول

بازاریابی دربارهٔ رقیب خاص را می‌توان در یک مجموعهٔ کلی گردآوری و سازماندهی کرد.

به کارگیری. هنگامی که داده‌ها به شکل معنی‌داری برای استفاده اعضای سازمان درآید گفته می‌شود به اطلاعات تبدیل شده است. اطلاعات پس از مصرف به صورت «داده» درمی‌آید و برای ذخیره‌سازی به شکل اصلی یا به شکل جدید مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

محو. داده‌ها را پس از ارزیابی می‌توان محو (از سیستم خارج) کرد. برای مثال، اطلاعات مربوط به قرار ملاقاتها یا مکان برگزاری سمینارهای داخلی سازمان یا برنامه‌های مربوط به مهمانیهای سالانه سازمان، پس از وقوع هیچگونه ارزشی ندارند.

مقایسه داده و اطلاعات

در ادبیات مدیریت، تمایزهای گوناگونی میان «داده» و «اطلاعات» ارائه شده است ولی در تحلیل نهایی همگی به علم معانی بیان بازگشت دارد. واژه «data» به معنی «داده‌ها» از فعل لاتین «do» و «dare» به معنی «دادن»، مناسبترین واژه‌ای است که به واقعیتهای شکل نیافته و بدون ساختار فراوان تولید شده از طریق رایانه یا در نتیجه داد و ستدهای سازمانی به‌وجود آمده می‌توان اطلاق کرد. اطلاعات مرکب از داده‌هایی است که شکل و ساختار دارد. واژه «information» به معنی اطلاع از فعل لاتین «informare و informo» به معنی شکل دادن به چیزی است. واژه information از نظر علم معانی بیان، ساخت بخشیدن به توده یا ماده نامنظم را تداعی می‌کند؛ ساخت بحشیدنی که به مادهٔ بدون حیات و نامرتب، معنی و حیات بدهد. مناسبترین واژه برای تمام داده‌هایی که برای کاربر، از طریق نوعی نظم بخشیدن به آنها فراهم می‌شود، واژه «اطلاع-information» است (وبستر، ۱۹۷۷).

داده را به‌طور نامحدود می‌توان تولید، ذخیره، و بازیابی کرد و به روز درآورد و دوباره بایگانی نمود. بدون شک «داده‌ها» کالای قابل معامله‌ای می‌باشند که به وسیله هر دو بخش دولتی و خصوصی، به قیمت گزافی خریداری می‌شود، به هرحال، با اینکه

داده‌ها به خودی خود ارزش ذاتی ندارند، با اینهمه هرساله هزینه کسب آنها با توجه به تصور غلطی که «داده» را مساوی «اطلاع» می‌گیرند فزونی می‌یابد. جمع‌آوری «داده» به سهولت صورت می‌پذیرد، زیرا داده، نتیجه جانبی هر مراوده، داد و ستد یا هر رخداد است درحالی که «داده‌ها»ی اضافی برای دولتها، سازمانها و همچنین افراد به صورت مسأله‌ای درآمده است. برای مثال اقتصاد امریکا به تنهایی در هر دقیقه بیش از یک بیلیون صفحه، سند جدید تولید می‌کند که هر سال می‌بایست بیش از ۲۵۰ بیلیون صفحه از آنها بایگانی شود. مورد دیگر در این زمینه، شرکتهای تجاری در امریکا هستند که به تنهایی یک تریلیون صفحه کاغذ، در ۲۰۰ میلیون کشو بایگانی می‌کنند و هرساله، ۱۷۵بیلیون صفحه جدید به این حجم افزوده می‌شود (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص۱۹۴ـ۱۹۳).

کسب داده‌ها در مقایسه با ساخت بخشیدن به آنها، کار چندان دشواری به شمار نمی‌آید، همان‌گونه که سازماندهی «داده‌ها» در برابر بازیابی آنها؛ و بازیابی «داده‌ها» در مقایسه با انتخاب مناسب آنها؛ و انتخاب مناسب آنها در برابر تعیین خواسته‌های مدیران و خواسته‌های مدیران در برابر نیازهای مدیران کار دشواری محسوب نمی‌شود. به بیان دیگر در چرخهٔ حیات مدیریت داده‌ها، جمع‌آوری، سازماندهی، ذخیره‌سازی، یا بازیابی داده‌ها به نسبت تعیین «داده‌ها»ی مورد نیاز تصمیم‌گیران از دشواری برخوردار نیست. وجه تمایز نویسندگان مشهور اخیر نسبت به پیشینیان خود این است که برچسب «اطلاعات» را به داده‌های ارزشیابی شده منحصر می‌کنند که در نتیجه، کارکرد «داده‌های شکل یافته» و بیان وضعیت خاص و روشن پیرامون «کاربر» آن چندان منظور نظر نبوده است. بنابراین واژه «داده» به معنای مطالبی که ارزش آنها برای شخص معین در وضعیت خاص تعیین نشده، به کار رفته است، درحالی که واژه «اطلاع» به معنی «داده‌ها»ی ارزشیابی در ارتباط با مسأله‌ای معین، برای تصمیم گیرندهٔ مشخص در زمان تصمیم‌گیری و به منظور کسب هدف تعیین شده به کار رفته است. به این ترتیب آنچه برای یک تصمیم گیرنده، در موردی خاص اطلاعات به شمار می‌آید می‌تواند برای فرد دیگر یا برای همان شخص در زمان

دیگر یا برای مسأله‌ای دیگر، اطلاعات به حساب نیاید. همچنین ممکن است اطلاعات مفید برای یک مدیر، برای مدیر دیگری کاملاً بی‌ارزش باشد. در این رابطه نه تنها در نظر گرفتن سطح سازمانی خاص، بلکه ناحیه وظیفه‌ای نیز مهم است. برای مثال، یک مدیر تولید، نوعاً نسبت به تحلیل فروش برحسب محصول، ناحیه جغرافیایی، مشتری و مانند آن بی‌علاقه است یا مسؤول کنترل اموال، نسبت به گزارشهای مرسوم در حسابداری، که فقط به‌طور غیرمستقیم بر او اثر می‌گذارد علاقه کمی دارد. بنابراین، اطلاعات به داده‌های سازمان‌یافته‌ای اطلاق می‌گردد که با توجه به مسأله، کاربر، زمان و مکان، انتخاب شده و ساختار یافته باشد (شودریک، ۱۹۷۱، ص ۸۱).

«داده‌ها» کار حرفه‌ای و مدیریتی را پشتیبانی می‌کنند و ورودیهای حیاتی تقریباً تمام تصمیمهایی که در سطوح مختلف سازمان گرفته می‌شوند به شمار می‌آیند. مدیران از طریق «داده‌ها» نسبت به منابع مالی و انسانی سازمان آگاه می‌شوند. داده‌ها را می‌توان برای دستیابی به فرصتهای جدید، موقعیتهایی در بازار، بهبود فراگردها؛ محصولات و خدمات ابتکاری؛ تقریباً به بینهایت راه با هم ترکیب کرد.

از آنجایی که «داده‌ها» به‌طور ضمنی واژه‌های معمول مانند «مشتری» را تعریف می‌کنند در ایجاد فرهنگ سازمانی نیز سهیمند. داده‌ها بخش سفید نمودارهای سازمانی را پر می‌کنند. از این رو سازمانها می‌کوشند دانش پنهان را به «داده‌ها» تبدیل کنند. برای مثال یک فروشنده ممکن است رابطهٔ گرم شخصی با یکی از مشتریان مهم سازمان داشته باشد ولی برای اینکه سازمان به عنوان یک کل بتواند به آن مشتری خدمت کند برخی از جنبه‌های آن رابطه باید به صورت «داده» بیان شود.

برخی از صاحبنظران جهت عکس روندی را که «داده‌ها» را مواد خام اطلاعات و اطلاعات را مواد خام دانش می‌داند حتی مهمتر از آن می‌دانند و بر این باورند که «دانش» تولید شده توسط فرد یا گروه باید سرانجام به صورت داده‌های ساختار یافته درآید به گونه‌ای که دیگران بتوانند آن دانش را به کار گیرند (لویتین و ردمن، ۱۹۹۸، ص ۱۰۱).

بیشتر سازمانها اذعان دارند که باید «داده‌ها» را به عنوان منابع سازمانی مدیریت

کنند همان‌گونه که منابع مالی و انسانی خود را مدیریت می‌کنند و همچنین به سهولت می‌پذیرند که چنین کاری را انجام نمی‌دهند. حتی سازمانهای معدودی می‌دانند که چه «داده‌ها»یی دارند و اینکه افراد سازمانشان به داده‌های مورد نیاز دسترسی ندارند و کیفیت «داده‌ها»یشان پایین بوده و به‌طور اثربخش به کار گرفته نمی‌شوند (انگلیش، ۱۹۹۸، ص ۳۸).

مدیریت «داده‌ها»

سازمانها برای مدیریت مناسب هر منبع باید نقشی را که آن منبع ایفا می‌کند، خواص آن و فرصتهایی را که فراهم می‌آورد و گامهایی را که برای استفاده از این فرصتها باید برداشته شود بشناسند اما درحالی که داده‌ها، امکانات عظیمی را ارائه می‌دهند چالشهای خاصی را نیز فراهم می‌آورند. برای مثال برخلاف سایر منابع، «داده‌ها» را می‌توان به سهولت کپی کرد و با استفاده از فناوری اطلاعات می‌توان با دیگران درمیان گذاشت و آنگاه به دهها راه متفاوت می‌توان آنها را به کار گرفت، ولی توزیع اثربخش «داده‌ها» به ندرت صورت می‌پذیرد و در عوض بیشتر افراد و واحدهای سازمانی، آگاهانه یا ناآگاهانه داده‌ها را احتکار می‌کنند که منجر به جنگ سیاسی وحشیانه بر سر مالکیت آنها می‌گردد. حتی در وضعیتهایی که داده‌ها مبادله می‌شود افراد و واحدها نسخه مخصوصی از آن را تهیه کرده و اصلاح می‌کنند. ناسازگاریهای ناشی از آن، هدف تبادل داده‌ها را با شکست مواجه می‌کند. از این گذشته، برای سازمانها اعمال خط‌مشیهای گوناگون استفاده از داده‌ها و حفظ محرمانه بودن آنها دشوار است.

افراد داده‌ها را وارد رایانه می‌کنند که بر روی سخت‌افزار ذخیره می‌شود داده‌های ذخیره شده برای ایجاد گزارشهای گوناگون، پیامها و نمایش به طرق مختلف قابل دستیابی و پردازش خواهد بود.

انواع داده

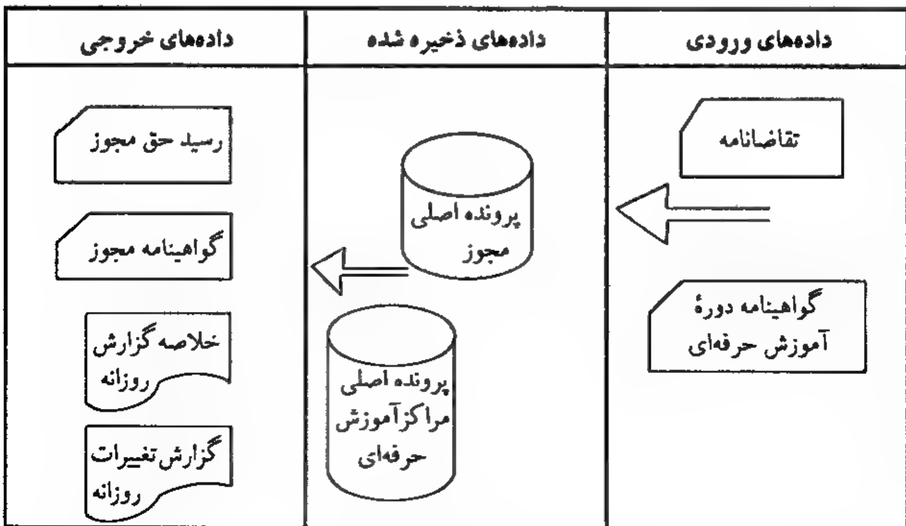
انواع سه گانه داده عبارتند از:

۱. *داده‌های ورودی*، داده‌ای که به وسیله سخت‌افزار دریافت می‌شود.

۲. *داده‌های ذخیره شونده*، داده‌ای که بر روی سخت‌افزار ذخیره شده‌اند.

۳. *داده‌های خروجی*، داده‌هایی که از پردازش داده‌های ورودی به وسیله سخت‌افزار تولید شده است.

انواع سه گانه داده برای یک سیستم صدور مجوز در نمودار ۴ـ۳ نشان داده شده است. سیستم تقاضانامه‌های صدور مجوز و گواهینامه‌های آموزش حرفه‌ای (داده‌های ورودی) را دریافت می‌دارد و به داده‌های ذخیره شدهٔ مربوط به مجوزها و مراکز آموزش حرفه‌ای نیز دسترسی دارد (داده‌های ذخیره شده)؛ و رسید دریافت وجه، گواهینامه مجوز و دو نوع گزارش تولید می‌کند. از آنجا که هدف سیستم اطلاعاتی پاسخ به پرسشها از طریق دستیابی به داده‌ها و پردازش آنهاست، میزان و شکل داده‌ها، هویت و تواناییهای سیستم را مشخص می‌سازد. ورود داده با چه سهولتی صورت می‌پذیرد؟ چه گزارشهایی می‌توان از داده‌های ذخیره شده به دست آورد؟ گزارشها و نمایش اطلاعات بر روی صفحه رایانه چقدر سودمند است؟ از آنجا که پاسخ به پرسشهای فوق حایز اهمیت حیاتی است، تعریف داده‌های سیستم نیز حیاتی است.



نمودار ۴ـ۳ انواع سه گانه داده

داده‌های ساختار یافته مدلی از یک ساخت واقعیت فراهم می‌آورند. برای مثال اطلاعات پرونده مشتری، مدلی از مشتریان است. به‌طور کلی هرچه داده‌های بیشتری ذخیره شود مدل تفصیلی‌تر خواهد بود. پرونده‌ای با صد قلم اطلاعات یا فیلد دربارهٔ هر مشتری، اطلاعات تفصیلی‌تری از مشتری دربردارد تا پرونده‌ای که ده قلم اطلاعات دارد.

سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که داده‌ها را با تفصیل کافی ذخیره کند تا پاسخگوی پرسشهای مربوط به مشتری باشد. حالت مطلوب آن است که داده بیش از نیاز جمع‌آوری نشود. سازمانی را در نظر بگیرید که اطلاعات فروش را طراحی می‌کند. سازمان برای هر فروش می‌تواند فقط شماره صورتحساب، شماره مشتری، شماره فروشنده و مبلغ فروش را ثبت کند اگر یک مشتری چندین قلم جنس را یکجا خرید، تمام آن اقلام را می‌توان در یک «سابقه» قرار داد همان‌طوری که در طرح الف نمودار ۳ـ۵ نشان داده شده است (هر سابقه شامل گروهی فیلد یا اقلام است که یک داد و ستد را توصیف می‌کند).

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که آیا طرح الف، طراحی مناسبی است؟ در پاسخ باید گفت شاید، زیرا به نیازها و پرسشهایی که احتمالاً دربارهٔ مشتری پرسیده خواهد شد بستگی دارد. اگر کل چیزی که هر مشتری یا فروشنده نیاز به دانستن دارد «جمع کل فروش» باشد در آن صورت طراحی صورت پذیرفته در طرح الف مناسب است. ولی اگر کسی بخواهد بداند که چه اقلامی به وسیله کدام مشتری سفارش داده شده است آنگاه طرح الف از تفصیل کافی برخوردار نبوده و برای پاسخ به آن پرسش، طرح ب مناسب خواهد بود.

اگر طراحی شامل جزئیات بیش از حد باشد، در آن صورت باید نرم‌افزاری نوشته شود که داده‌ها را فشرده سازد. به هرحال در صورتی که در طراحی داده، جزئیات خیلی کم در نظر گرفته شود، هیچ نرم‌افزاری یا رویه‌ای نمی‌تواند به حل مسأله کمک کند. برای مثال، اگر بخواهیم کل فروش هر فروشنده در هر روز را بدانیم، می‌توانیم با هریک از دو طرح الف و ب برنامه‌ای بنویسیم تا مبالغ مربوط را با هم جمع کند ولی در صورتی

که مبلغ کل فروش دیسکها را نیاز داشته باشیم طرح الف مفید نیست زیرا اطلاعات در آن بیش از اندازه خلاصه شده است.

انبار رایانه — شماره صورتحساب ۸۰۶۱
خیابان نرگس- ۴ — تاریخ ۱۳۷۹/۶/۲۰
صاحبقرانیه، شمیران — فروشنده: ۱۵
خریدار: امیر بزرگمهر
خیابان شیراز- ۱۴، تهران

مقدار	شرح	قیمت واحد	مبلغ
۲	دیسک یک‌رویه	۲۴/۵۰	۴۹/۰۰
۱	جعبه کاغذ	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰
	جمع		۷۹/۰۰
	مالیات		۳/۹۵
	جمع کل		۸۲/۹۵

طرح الف

شماره صورتحساب	شماره مشتری	شماره فروشنده	مبلغ
۸۰۶۱	۳۲۸	۱۵	۷۹/۰۰

طرح ب

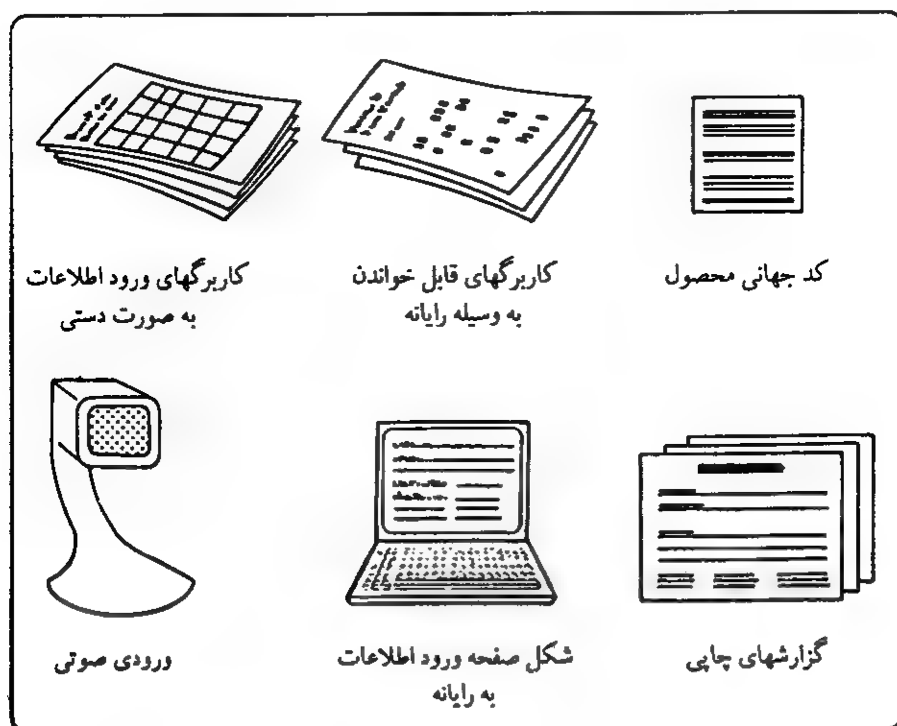
شماره صورتحساب	شماره مشتری	شماره فروشنده	شماره جنس	مبلغ
۸۰۶۱	۳۲۸	۱۵	۱۴۹۷	۴۹/۰۰
۸۰۶۱	۳۲۸	۱۵	۶۸۲	۳۰/۰۰

نمودار ۳.۵ طرحهای جایگزین برای «سابقه» فروش

مدل «داده» در صورتی مفید است که بهنگام باشد. رخدادهای فراوانی در محیط سازمان به وقوع می‌پیوندند که وضعیت سازمان را تغییر می‌دهد برای مثال کسی چیزی را از انبار می‌گیرد و در آن صورت مدل «داده» باید تغییر یابد در غیر این صورت نقصانی میان مدل «داده» و واقعیت به وجود خواهد آمد. اگر مدل داده بهنگام نباشد اطلاعات آن یا پاسخ به پرسشها نادرست خواهد بود. هدف بیشتر پردازشهایی که در سیستم

اطلاعات صورت می‌پذیرد بهنگام نگاه داشتن مدل «داده» است.

گذشته از طراحی مدلهای «داده»ای و رویه‌هایی برای نگهداری این مدلها طراحی و ایجاد سیستم اطلاعاتی شامل طراحی کاربرگ برای تمام ورودیها و خروجیهای سیستم نیز می‌گردد. این طراحی می‌تواند شامل طراحی کاربرگهای ورود اطلاعات به سیستم به‌طور دستی، خواندن نوری کدها، حروف نوشته شده با جوهر مغناطیسی، ورودی و خروجی صوتی، صفحه ورود اطلاعات و همه انواع گزارشها باشد (نمودار ۶ـ۳).



نمودار ۶ـ۳ نمونه‌ای از شکلهای ورود و خروج اطلاعات

نرم‌افزار

نرم‌افزار عبارت از دستورالعملهایی برای سخت‌افزار است. به نرم‌افزار اغلب برنامه گفته

می‌شود. نرم‌افزار به رایانه دیکته می‌کند چه اقدامهایی را صورت دهد. کارهایی را که یک رایانه معمولی می‌تواند انجام می‌دهد به انتخاب نوع نرم‌افزار بستگی دارد.

انواع نرم‌افزار

سه نوع نرم‌افزار به کار گرفته می‌شود که عبارتند از: ۱) نرم‌افزار سیستم[۱]، ۲) نرم‌افزار کاربردی[۲]؛ و ۳) نرم‌افزار بهره‌وری[۳].

نرم‌افزار سیستم. نرم‌افزار سیستم اجرای وظایف اساسی سخت‌افزار را کنترل می‌کند یا خدمات عام ارائه می‌کند. یکی از برنامه‌های سیستم، سیستم عملیاتی[۴] است که منابع رایانه را کنترل می‌کند. برنامه اجرایی[۵] یک نوع نرم‌افزاری است که به کاربر امکان انجام کارهای تکراری نظیر نسخه‌برداری یا طبقه‌بندی پرونده‌ها را می‌دهد. سیستم نرم‌افزار خاص[۶] مدیریت شبکه‌ای از ریزپردازنده‌ها، کنترل دستیابی به چاپگرها را برعهده دارد و ارتباط میان ریزپردازنده‌ها را برقرار می‌کند و انواع سطوح حفاظت از محل انبار را فراهم می‌آورد.

نرم‌افزار کاربردی. نرم‌افزارهای کاربردی، کارهای ویژه نظیر کنترل موجودی، حسابداری دفتر کل و تحلیلهای آماری را انجام می‌دهد. این کارها در وضعیتهای گوناگون قابل انجام است برای مثال اگر دو سازمان اساساً به صورتحساب و رویه‌های مشابهی در رسیدگی به حسابها نیاز داشته باشند می‌توانند از یک نرم‌افزار استفاده کنند نظیر، «برنامه حسابهای دریافتنی» که برای یک شرکت حقوقی و یا مطب یک پزشک کاربرد دارد.

نرم‌افزار بهره‌وری. نوع سوم نرم‌افزارهای عام، نرم‌افزار بهره‌وری است که شامل نرم‌افزار صفحه گستر[۷]، نرم‌افزار واژه‌پردازی[۸]، و سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی[۹]

---

1. system's software
2. application software
3. productivity software
4. operating system
5. utility program
6. special software system
7. spreadsheet software
8. word processing software
9. data- base management systems (DBMS)

می‌شود این نرم‌افزار قدرت کاربران در ایجاد سیستم اطلاعاتی را افزایش می‌دهد. زیرا به یک کاربرد خاص مانند نرم‌افزارهای کاربردی محدود نمی‌شود و وظایف اصلی سخت‌افزار را نیز به طریقی که «نرم‌افزار سیستم» عمل می‌کند کنترل نمی‌نماید. برای ریزپردازنده‌ها نرم‌افزار بهره‌وری، معمولترین ابزار ایجاد سیستم به شمار می‌آید زیرا اغلب کاربران با استفاده از آن، سیستم خاص خود را برای ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات ایجاد می‌کنند.

سخت‌افزار

طراحان سیستم بندرت سازنده سخت‌افزار نیز هستند. ولی این طراحان مختصات سیستم مورد نظر خود را مشخص می‌کنند و از طریق فروشندگان رایانه سفارش می‌دهند. طراح سیستم در صورتی اثربخش است که انواع اصلی ابزارهای سخت‌افزاری، توانمندیهای هریک، مزایا و معایب آنها را بشناسد و همچنین با فنون مشخص کردن مختصات رایانه، نحوهٔ برخورد، مذاکره و عقد قرارداد با فروشندگان رایانه آشنا باشد. انواع متنوع و گسترده‌ای از سخت‌افزار وجود دارد که برای نمونه موارد ذیل را می‌توان نام برد: ۱) ریزپردازنده، ۲) رایانهٔ متوسط، ۳) رایانه بزرگ، ۴) چاپگر، ۵) صفحه‌مشابه‌سازی[1]، ۶) صفحه نمودارها[2]، ۷) محل ورود دیسک، ۸) محل ورود نوار، ۹) مودم، ۱۰) کنکاشگر، ۱۱) دیسک، ۱۲) نوار.

هر تحلیلگر سیستم پنج چیز را در مورد سخت‌افزار باید مورد توجه قرار دهد: ۱) تسهیلات[3]، ۲) رایانه، ۳) انباره خارجی، ۴) ابزارهای ورود اطلاعات و ۵) ابزارهای خروجی.

تسهیلات

یکی از مواردی که تحلیلگر باید توجه داشته باشد تسهیلات است. محل سخت‌افزار باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که استفاده از رایانه موجب پیچیده‌تر شدن رویه‌های عادی

1. emulation boards
2. graphics boards
3. facility

انجام کار نشود. به کارگیری رایانه در فعالیتهای مربوط به کسب و کار از پیچیدگی خاصی برخوردار است. محیط کار باید به گونه‌ای طراحی شود که کار با رایانه به سهولت صورت پذیرد.

خلاصه عناصر تشکیل دهنده سیستم

استفاده از مدل پنج بخشی و رویه‌های سه گانه دستیابی به سیستم اطلاعاتی روش خوبی برای شناخت عناصر تشکیل دهنده هر سیستم مورد مطالعه به شمار می‌آید.

در طراحی سیستم اطلاعاتی، هر پنج عنصر تشکیل‌دهندهٔ یک سیستم از اهمیت یکسانی برخوردارند. پیش از انجام کارها به کمک رایانه، وضع موجود سازمان و رویه‌های جاری انجام کارها و نتیجه تبعیت افراد از این رویه‌ها باید شناسایی شده و آنگاه وضع مطلوب طراحی و کدگذاری شود. بسیاری از سازمانها با نادیده گرفتن «داده»، افراد، و رویه‌ها به عنوان عناصری از یک سیستم اطلاعاتی، آثار زیانباری برجای نهاده‌اند. یک نمونه از چنین دیدگاه محدود نسبت به سیستم اطلاعاتی به کارگیری «سیستم کلید در دست»[1] است که فقط از رایانه و نرم‌افزار تشکیل شده است. واژه «کلید در دست» این معنی را تداعی می‌کند که کاربران با خرید سیستم و چرخاندن کلید، می‌توانند مسائل خود را حل کنند درحالی که چنین نیست و در واقع با خرید سیستم تازه مسائل یکی پس از دیگری رخ می‌نمایند.

مدل «چهار مرحله‌ای»[2] ایجاد سیستم

برای طراحی سیستم اطلاعات مدیریت از مدلهای گوناگونی می‌توان بهره جست یکی از آنها، مدل چهارمرحله‌ای است.

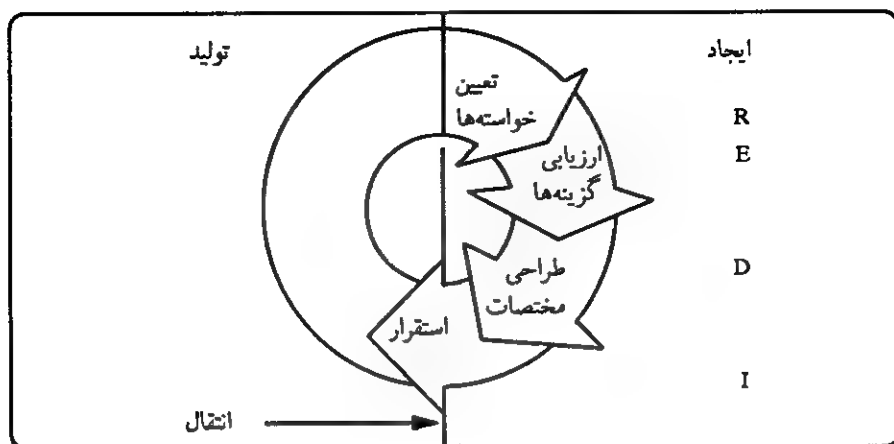
مدل چرخه حیات[3]، مدت زمان ایجاد سیستم را به دو مرحله ایجاد[4] و تولید[5] تفکیک می‌کند. در مرحله اول سیستم اطلاعاتی ایجاد می‌شود یا در سیستم

---

1. "turnkey system"
2. REDI model
3. the life cycle model
4. development
5. production

اطلاعاتی موجود تجدید نظر صورت می‌پذیرد و در مرحله دوم سیستم اطلاعاتی به صورت بخشی از فراگرد جاری کسب و کار درمی‌آید. اطلاعات به آن داده می‌شود و گزارش دریافت می‌گردد این مرحله عملیاتی هر سیستم اطلاعاتی را مرحله تولید گویند.

این دو مرحلهٔ ایجاد سیستم اطلاعاتی را نمودار ۷ـ۳ به صورت دو نیمه از یک حلقه نشان می‌دهد. نقطه‌ای را که سیستم از مرحله ایجاد وارد مرحله تولید می‌شود نقطه انتقال گویند. در این مرحله، مسؤولیت سیستم از گروه طراح به مدیر اجرای سیستم منتقل می‌شود. در نظر گرفتن چرخهٔ حیات سیستم به عنوان یک چرخهٔ تکرار شونده مفید است زیرا تحولات سیستم مانند تحولات سازمانی اجتناب‌ناپذیرند. هر سیستمی نخست ایجاد می‌شود و آنگاه به عنوان بخشی از رویه‌های سازمانی درمی‌آید و از آن به بعد نیز با تحولات سازمان، سیستم اطلاعاتی نیز باید به گونه‌ای تحول یابد که حامی تحولات سازمانی باشد.

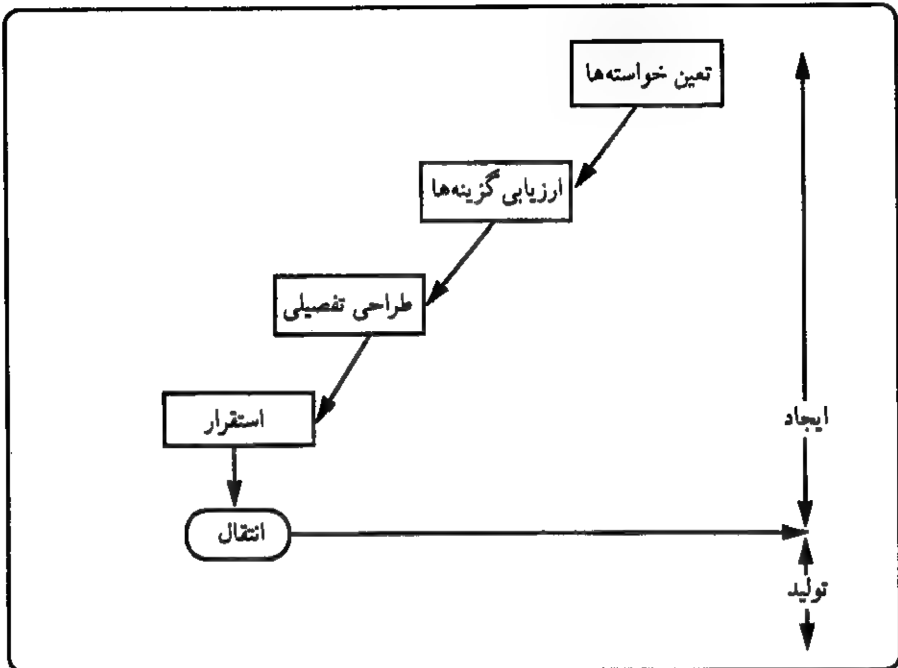


نمودار ۷ـ۳ مدل چرخهٔ حیات سیستم اطلاعاتی

در مدل چهارمرحله‌ای، مرحله ایجاد مدل چرخه حیات به چندین مرحله تفکیک می‌گردد که عبارتند از: ۱) تعیین خواسته‌ها (R)؛ ۲) ارزیابی گزینه‌ها (E)؛ ۳) مختصات طراحی (D)؛ و ۴) استقرار (I).

این مراحل در نمودار ۸ـ۳ به صورت مدل آبشاری نمایش داده شده است.

نخست باید خواسته‌ها معین شود. آنگاه گزینه‌ها شناسایی و ارزیابی گردند در مرحله سوم مختصات گزینه انتخاب شده معین گردد و سرانجام استقرار شامل (ساختن، آزمایش و نصب) سیستم صورت پذیرد.

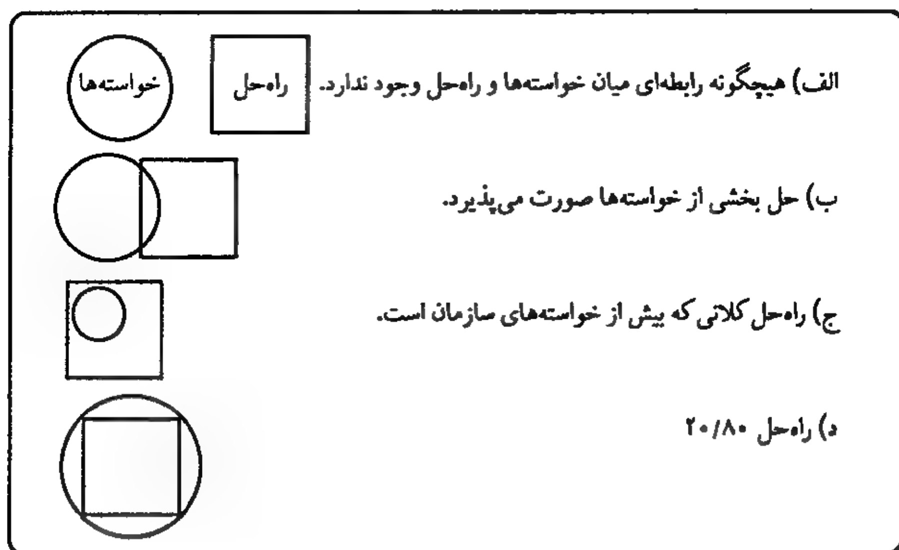


نمودار ۳ـ۸ چرخه حیات فراگرد ایجاد سیستم اطلاعاتی

مرحله تعیین خواسته‌ها

برای تعیین خواسته‌ها نخست باید مرز سیستم یا قلمرو تلاش برای ایجاد سیستم تعریف شود و بعد خواسته‌هایی را که سیستم جدید باید برآورده سازد شناسایی و تدوین گردد. ایجاد سیستم با فراهم شدن یک فرصت آغاز می‌شود. فرصت می‌تواند ارائه خدمت، بهبود رویه‌ها، یا حل یک مسأله باشد. در مرحلهٔ تعیین خواسته‌ها، این فرصت تعریف می‌شود. پیش از آنکه سیستم را ایجاد کنیم باید بدانیم سازمان چه موفقیتی را باید به‌دست آورد. نمودار ۳ـ۹ نمونه‌هایی از مرز خواسته‌ها با راه‌حلها را ارائه می‌دهد. در

مثال الف مرز سیستم مهمترین خواسته‌ها را نادیده گرفته است. در نمونه ب، راه‌حل ارائه شده بخشی از نیازها را برآورده می‌سازد. این حالت بیشتر هنگامی به وقوع می‌پیوندد که سیستم با خرید نرم‌افزار آماده ایجاد شود. افرادی که با عجله می‌خواهند سیستمی ایجاد کنند بدون توجه به سایر خواسته‌های سازمان به دنبال نرم‌افزارهایی می‌روند که نیاز اصلی آنان را برطرف کند. نمونه ج راه‌حلی را نشان می‌دهد که بسیار فراتر از خواسته‌های سازمان است. مرز تعریف شده در نمونه «د» واقعی‌ترین هدف بسیاری از سازمانهاست. اغلب می‌توان ۸۰ درصد خواسته‌ها را با ۵۰ درصد یا حتی ۲۰ درصد کل هزینه مورد نیاز برای داشتن یک سیستم کامل برای پاسخگویی به صددرصد خواسته‌ها، به دست آورد.



نمودار ۳.۹ نمونه‌هایی از مرز خواسته‌ها و راه‌حلها

تعریف مرز سیستم. با شناسایی فرصت یا نیازی که سیستم دارد و با انجام دو دسته فعالیت مکمل ذیل می‌توان مرز سیستم را تعریف کرد: ۱) شناسایی هدفهای سیستم؛ ۲) شناسایی محدودیتها.

هدفهای سیستم. هدفها، نتایج مورد انتظاری است که با ایجاد سیستم تحقق

می‌یابند. برای مثال کاهش هزینه‌های نیروی انسانی، بهبود خدمت‌رسانی به مشتریان، و تحلیلهای بهنگام بازاریابی. برای هدایت فراگرد ایجاد سیستم باید هدفها به‌طور روشن بیان شوند. اگر تعداد هدفها زیاد باشد اولویت‌بندی کارها برای ایجادکنندگان سیستم دشوار خواهد بود.

محدودیتهای ایجاد سیستم. محدودیتها به کمیابی منابع در دسترس برای ایجاد سیستم برمی‌گردد که شامل زمان، هزینه، نیروی انسانی و مکان می‌شود. نمونه‌ای از محدودیتها عبارتند از نیاز به استفاده از سخت‌افزار موجود، اتمام پروژه ظرف ۶ هفته، ایجاد سیستم برای کاربران بی‌تجربه، یا پاسخ پیمایشهای کاربران ظرف ده ثانیه. ناگفته نماند کمیابی منابع واقعیت زندگی است چون واقعیتها همواره محدودند، باید محدودیتها را پیش از بررسی خواسته‌ها، شناسایی گزینه‌ها و طراحی راه‌حل معین کنیم.

بررسی خواسته‌ها. خواسته‌ها، ویژگیهای ضروری عناصر تشکیل دهنده سیستم برای کسب هدفهای سازمانی در درون محدودیتها هستند. خواسته‌ها، گزاره‌هایی دربارهٔ داده، رویه‌ها و افراد هستند. گرچه خواسته‌ها، می‌توانند نرم‌افزار و سخت‌افزار را نیز توصیف نمایند ولی این عناصر اغلب تا مراحل بعدی شناسایی گزینه‌ها و طراحی راه‌حل تعریف نمی‌شوند.

خواسته‌ها راگاهی خواسته‌های کارکردی نیز می‌نامند زیرا بیانگر آن چیزی است که سیستم باید به انجام رساند. برخی از خواسته‌های کارکردی[1] عبارتند از: ۱) کاربر بتواند به سوابق حساب مشتری دسترسی داشته باشد؛ ۲) در پایان هر روز، خلاصه گزارش تهیه شود؛ ۳) هنگامی که میزان موجودی اقلام در انبار کمتر از سطح معین برسد، سفارش خرید به‌طور خودکار داده شود.

خواسته‌ها از نظر بیان جزئیات به‌طور معمول در چند سطح تهیه می‌شوند. خواسته‌ها در عامترین سطح، کارکردهای اساسی سیستم پیشنهادی را بیان می‌دارند. این کارکردها شامل خلاصهٔ گزارش استهلاک دستگاهها و تسهیلات، تقاضای سفارش مجدد، و پیش‌بینی سفارش برای سیستم موجودی انبار می‌گردد. محتوای اصلی این

1. functional requirements

گزارشها تشریح می‌گردد و اطلاعات اساسی نظیر تعداد اقلام موجود در انبار و تناوب بهنگام شدن آنها معین می‌شود.

میزان اطلاعات مورد نیاز دربارهٔ جزئیات خواسته‌ها، تا حدودی به نوع نرم‌افزار مورد استفاده در سیستم بستگی دارد. پیش از آنکه طراح به دنبال بررسی نرم‌افزارهای موجود در سازمان باشد یا بخواهد برای سازمان خریداری کند باید خواسته‌ها را در سطح کلی معین کند. نمودار ۱۰ـ۳ نمونه‌هایی از سه ویژگی هدفها، محدودیتها و خواسته‌های کارکردی دربارهٔ عناصر تشکیل‌دهنده سیستم را تعریف کرده و مثالهایی نیز ارائه می‌دهد.

گزاره‌های مرز سیستم			
	هدفهای کلان سیستم	محدودیتهای سیستم	خواسته‌های کارکردی
تعریف	هدفهای خرد مطلوب سیستم	محدودیتهای منابع برای ایجاد و استقرار سیستم	توانمندیهای مطلوب سیستم، کارهایی که سیستم باید به‌انجام‌رساند.
مثال: سیستم مدیریت داراییهای سازمان الف	کاهش زمان محاسبات برای صدور صورتحساب از ۳۰ روز به ۴ روز	ـ هزینه اولیه کمتر از پنج‌هزار تومان باشد. ـ هزینه‌های جدید صدور صورتحساب بیش‌از هزینه‌های جاری نشود. ـ فضای اداری اضافی نیاز نباشد یا کم باشد. ـ کارمند اضافی نیاز نباشد.	ـ پردازش سوابق هزارو ششصد واحد اجاره‌ای ـ صدور صورتحساب ماهانه ـ صدور اخطاردرصورت عدم پرداخت در موعد مقرر

نمودار ۱۰ـ۳ تعریف و نمونه‌هایی از هدفها، محدودیتها و خواسته‌های کارکردی سطح اول

مرحله ارزیابی

در مرحله ارزیابی، گزینه‌هایی برای هریک از عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیستم شناسایی و ارزیابی می‌شود و آنگاه بهترین آنها انتخاب می‌گردد.

شناسایی گزینه‌ها. هنگام شناسایی گزینه‌ها، به جای به کارگیری نخستین گزینه‌ای که به ذهن می‌رسد باید طیفی از گزینه‌ها که خواسته‌ها را برآورده می‌سازد ایجاد شود. بدین منظور هریک از عناصر پنجگانه سیستم از لحاظ خواسته‌ها باید بررسی شود و آنگاه گزینه‌های چندگانه‌ای برای هریک از آنها (افراد، رویه‌ها، داده‌ها، نرم‌افزار و سخت‌افزار) ایجاد شود.

ایجاد گزینه‌ها یک فراگرد تکراری است زیرا عناصر پنجگانه تشکیل‌دهنده سیستم به هم وابسته‌اند و تصمیم درباره یکی از آنها احتمالاً بر سایر عناصر نیز تأثیر خواهد گذاشت. برای مثال تا ویژگیهای افراد مورد بحث قرار نگیرد استفاده از یک نوع سخت‌افزار رایانه را نمی‌توان عملی دانست.

ارزیابی گزینه‌ها. همین که گزینه‌ها شناسایی شدند گام بعدی ارزیابی هریک از آنها و مقایسه آنها با یکدیگر برای انتخاب مناسبترین گزینه است.

مرحله تعیین مختصات طراحی

پس از شناخت خواسته‌ها و انتخاب مناسبترین گزینه (طرح خام) نوبت به مرحله طراحی تفصیلی می‌رسد. در این مرحله طراح باید برای هریک از پنج عامل تشکیل دهنده سیستم اطلاعاتی طراحی کند، نخست هر تغییری که در خصوص نیروی انسانی سازمان رخ خواهد داد باید مشخص شود. تجدید نظر در شرح شغلهایی که تحت تأثیر سیستم جدید قرار می‌گیرند باید صورت پذیرد. طراحی گزارشها و نمایش آنها بر روی نمایشگر رایانه باید متناسب با ویژگیها و نیازهای کاربران انجام شود. در گام بعدی رویه‌هایی که در مرحله نخست تعریف شده‌اند باید مورد تأیید قرار گیرند و به‌هنگام طراحی و تهیه مواد آموزشی، جزئیات بیشتری دربارهٔ رویه‌ها باید مشخص شود. در مرحله طراحی تفصیلی در مورد میزان تفصیلی یا جزئی بودن «داده‌ها» باید تصمیم‌گیری شود. سرانجام طراح باید در مورد نرم‌افزار و سخت‌افزار مناسب سازمان تصمیم بگیرد.

مرحله استقرار

آخرین مرحله در فراگرد ایجاد سیستم، استقرار سیستم برحسب آن چیزی است تعریف، ارزیابی و مشخص شده، است. مراحل سه گانه استقرار شامل ساختن سیستم، آزمون و نصب آن است. در مرحله ساختن سیستم جدید، طراح باید عناصر تشکیل دهندهٔ سیستم را مطابق مختصات طراحی بسازد یا خریداری کند و آنگاه آنها را با هم تلفیق نماید. هدف از آزمون سیستم حصول اطمینان از کارکرد عناصر تشکیل دهنده سیستم با یکدیگر به گونهٔ پیش‌بینی شده است، آزمون سیستم تمامی پنج عنصر تشکیل دهندهٔ آن را شامل می‌شود. آخرین فعالیت پیش از انتقال (قطع و نصب) فراگرد انتقال عملیات و پرونده‌های ایجاد شده از سیستم قدیم به سیستم جدید است. رمز موفقیت در مرحلهٔ نصب به کارگیری رهیافت مرحله‌ای[1] است. در رهیافت مرحله‌ای، عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیستم را یکی یکی نصب می‌کنند به گونه‌ای که صحت عملکرد هریک قابل تبیین باشد. سیستم اطلاعاتی در صورت امکان باید به گونه‌ای طراحی شود که استقرار بخش به بخش آن ممکن باشد.

انتقال (قطع و نصب). در صورتی که نصب سیستم اطلاعاتی جدید با موفقیت صورت پذیرد انتقال از سیستم قدیم به سیستم جدید خود به خود حاصل می‌شود و معاونت سیستم سازمان مسؤولیت نگهداری و توسعه سیستم را برعهده خواهد گرفت.

پرسشها

۱. عناصر تشکیل دهندهٔ یک سیستم اطلاعاتی کدامند؟
۲. انواع رویه‌ها را بنویسید.
۳. انواع طبقه‌بندی اطلاعات را بنویسید.
۴. چرخهٔ حیات «داده» را تشریح کنید.
۵. مهمترین مراحل در چرخهٔ حیات «داده» کدامند؟
۶. داده و اطلاعات را با هم مقایسه کنید.

---

1. phased approach

۷. مدیریت «داده‌ها» را توضیح دهید.

۸. انواع «داده‌ها» را بنویسید

۹. انواع «نرم‌افزارها» را بنویسید.

۱۰. مواردی را که در «سخت‌افزار» باید مورد توجه تحلیلگر باشد بنویسید.

۱۱. مدل چهار مرحله‌ای ایجاد سیستم را تشریح کنید.

۱۲. چگونگی تعریف مرز سیستم را بنویسید.

۱۳. خواسته‌های کارکردی چیست؟

۱۴. مراحل «استقرار» سیستم را بنویسید.

واژه‌ها و مفاهیم مهم

فرد	ذخیره‌سازی	بیت	کاربر
رویه	بازیابی	بایت	کاربر نهایی
داده	پالایش	اطلاعات	اطلاعات ویژه
نرم‌افزار	مرز	دانش	اطلاعات آشکار
سخت‌افزار	خواسته	بینش	اطلاعات پنهان
دانش ضمنی	دانش آشکار	راهبر	

فصل چهارم

طراحی ساختار مفهومی اطلاعات

ساختار مفهومی اطلاعات

طراحی ساختار مفهومی برای اطلاعات[1] یکی از مراحل ضروری برای تجزیه و تحلیل و تشریح اطلاعات مورد نیاز کاربران سیستم است. هنگام تجزیه و تحلیل اطلاعات، ذهن باید بر شناخت مفهومی اطلاعات متمرکز باشد. برای تشریح ماهیت اطلاعات باید از جملات موجز، دقیق و خوانا استفاده شود. اطلاعات باید به گونه‌ای تشریح شود که مفهوم آن برای کاربران، برنامه‌نویسان و سایر متخصصان فنی روشن باشد؛ زیرا این تشریح، راهنمایی برای طراحی پایگاه اطلاعاتی به شمار می‌رود. البته تشریح اطلاعات برای سیستم، کار دشواری است؛ زیرا هر سیستم، کاربران متعددی دارد، و آنان نیز از داده‌ها و بازداده‌های گوناگونی استفاده می‌کنند؛ بعلاوه، معمولاً تحلیلگر با سیستم آشنا نیست و ضمن تجزیه و تحلیل و تشریح، با آن آشنا می‌شود. تشریح اطلاعات باید تفصیلی باشد، به‌طوری که بتواند نیازهای فراگرد سیستم را برطرف سازد و در عین حال باید از کلیتی برخوردار باشد؛ به‌طوری که بتواند به تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی منجر شود و نیازهای اطلاعاتی کل سازمان را برطرف کند. با توجه به سهولت طراحی در این مرحله (مرحله طراحی ساختار مفهومی)، تحلیلگر می‌تواند مشروح اطلاعات را در قالب محدودهٔ زمانی و بودجهٔ در نظر گرفته شده برای پروژه، مکتوب کند.

---

1. conceptual data modeling

اکنون ممکن است این پرسش مطرح شود که «چرا در نمودار جریان اطلاعات[1]، شرح کاملی از اطلاعات ارائه نمی‌شود؟»، پاسخ این است که نمودار جریان اطلاعات، فقط نحوهٔ به کارگیری اطلاعات در فراگردهای سیستم را نشان می‌دهد؛ یعنی روابط مورد نیاز میان موجودیتهای سازمان را به نمایش نمی‌گذارد؛ بنابراین اگر پایگاه اطلاعاتی، بر یک نمودار جریان اطلاعات مبتنی باشد، نمی‌تواند اطلاعات مورد نیاز را برای سازمان فراهم آورد و نمی‌تواند از روایی کافی در سازمان، برخوردار باشد.

همچنین مدل مفهومی اطلاعات، تحلیلگر را به تحلیل اطلاعات بر مبنای نیازهای سازمان، از دید کاربران (یا براساس نحوهٔ تجسم ذهنی آنان)، تشویق می‌کند. شرح تفصیلی نیازهای اطلاعاتی سازمان، مانند بازداده‌ها و غیره، در مراحل بعدی به مدل افزوده خواهد شد. همان‌طور که ذکر شد، مدل مفهومی، اطلاعات را از دید سازمان تشریح می‌کند (نه از دید فراگردهای تفصیلی سیستم)؛ بنابراین پایگاه اطلاعاتی حاصل از آن، با نیازهای اطلاعاتی سازمان بیشتر قابل انطباق است. تشریح اطلاعات با استفاده از مدل مفهومی، مستلزم وجود موارد ذیل است:

۱. مجموعه‌ای از ساخته‌ها (موجودیت، ویژگی، رابطه، نشانگر، وابستگی و نقش) برای تعریف اطلاعات؛

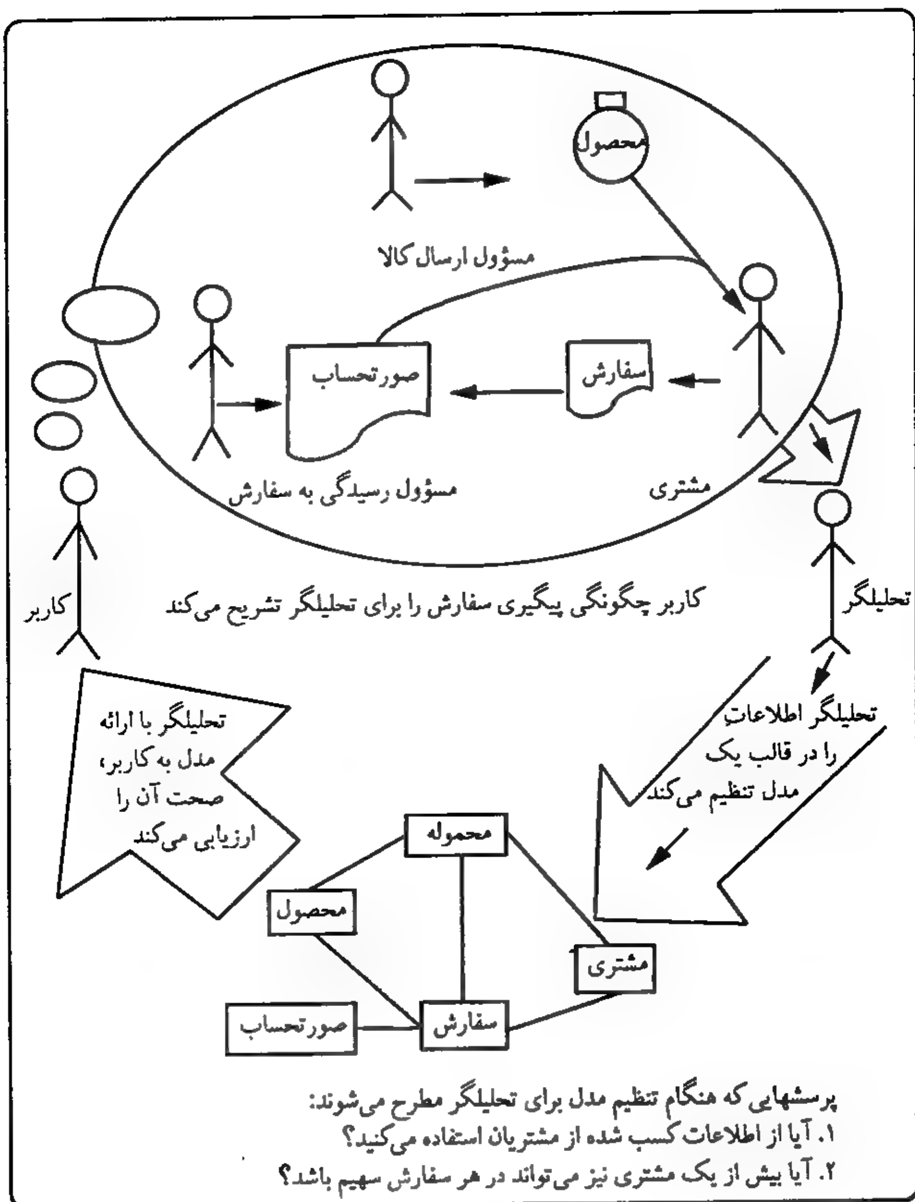
۲. قواعدی برای هماهنگ کردن نحوهٔ ترسیم ساخته‌ها برای شکل‌دهی به مدل؛

۳. روشی برای ساختن مدل مفهومی اطلاعات با استفاده از ساخته‌ها، قواعد نمایش آنها، و قواعد طراحی مدل مفهومی اطلاعات (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۶۳).

برای مثال، در سیستم توزیع شرکت پخش عدالت‌گستر، آقای رضا توانا ـ که تحلیلگر سیستم است ـ اطلاعات لازم برای سیستم پخش شرکت را در نمودار ۱ـ۴ خلاصه کرده است. بخش بالای نمودار، مبتنی بر شرحی است که آقای جواد اکبری ـ مدیر بخش رسیدگی به سفارش ـ ارائه داده است:

---

1. data flow diagram (D. F. D)



نمودار ۱ـ۴ طراحی ساختار اطلاعات (مدلسازی)

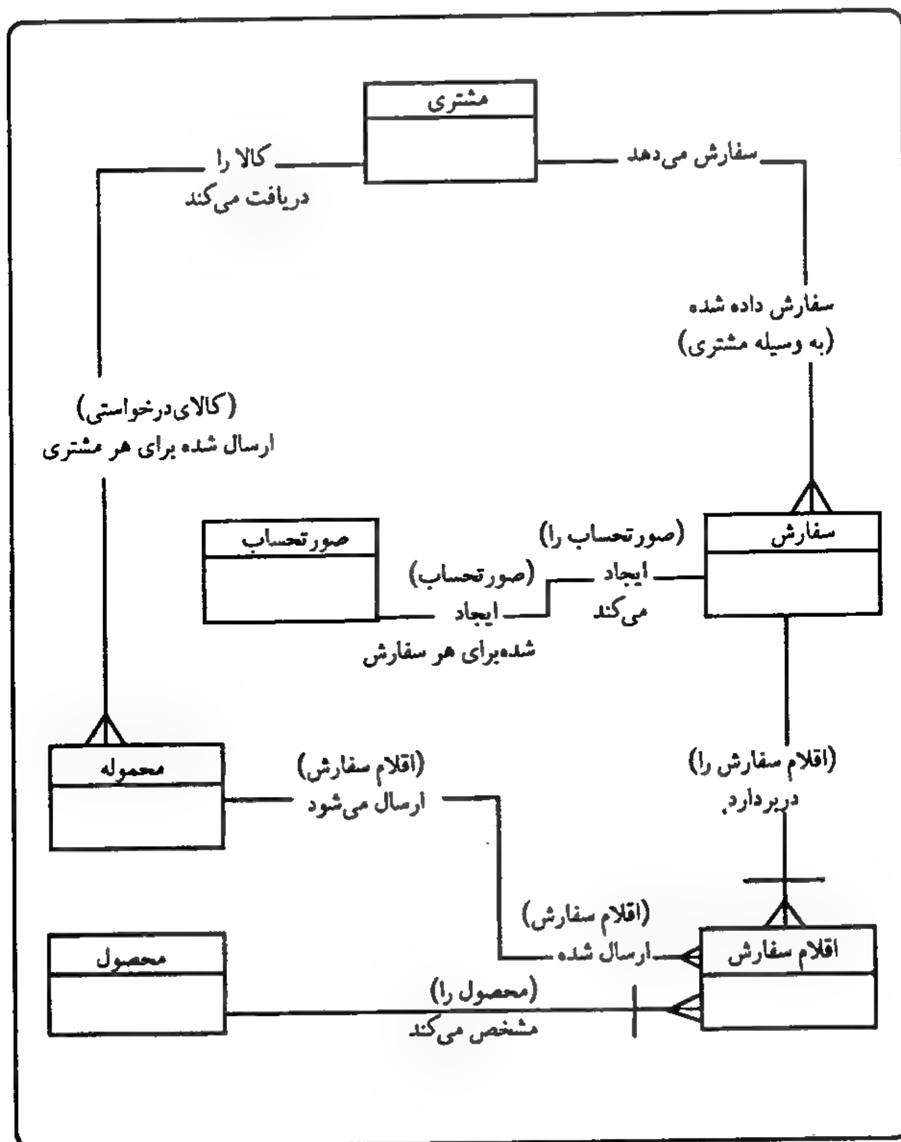
«تقاضاهای مشتریان برای خرید کالا، نخست در واحد رسیدگی به سفارشات شماره گذاری و ثبت می‌شود، سپس صورتحساب هزینهٔ کالاهاي سفارش داده شده، صادر می‌شود. این صورتحساب، به همراه کالا برای مشتری ارسال می‌شود کالای درخواستی، توسط مسؤول واحد ارسال کالا برای مشتریان فرستاده می‌شود».

رضا در اولین گام طراحی ساختار اطلاعات، بخشهای استفاده کننده از اطلاعات سیستم- یعنی بخشهای رسیدگی به سفارش و ارسال کالا- را شناسایی می‌کند. وی این بخشها را به منزلهٔ خرده‌سیستمهای سیستم پیگیری سفارش در نظر می‌گیرد. مشخص کردن و تعریف خرده‌سیستمها، این امکان را برای رضا فراهم می‌سازد که نیازهای اطلاعاتی هر بخش را به‌طور جداگانه تجزیه، تحلیل و تشریح کند. این تفکیک، تجزیه و تحلیل را ساده‌تر می‌کند. رضا، پس از تعریف خرده‌سیستمها، سطح بعدی جزئیات- موجودیتها و روابط- را برای هریک از آنها شناسایی و تعریف می‌کند. موجودیتهای مذکور- **مشتری**، **سفارش**، **صورتحساب**، **اقلام سفارش**، **محصول**، و **محموله**- در نمودار ۲-۴ با مستطیلهای خاصی نشان داده شده‌اند. روابط نیز به وسیلهٔ خطوط میان موجودیتهای **مشتری: سفارش**، **سفارش: صورتحساب** و غیره مشخص می‌شوند.

رضا با تنظیم تعدادی سؤال، و پرسش آنها از جواد اکبری، میزان صحت مدل مفهومی اطلاعات را ارزیابی کرد. نمونه‌هایی از این سؤالات عبارتند از: «آیا از اطلاعات کسب شده از مشتریان استفاده می‌کنید؟» و «آیا بیش از یک مشتری نیز می‌تواند در هر سفارش سهیم باشد؟» پس از تأیید مدل به وسیله جواد اکبری، رضا موجودیتها و روابط مذکور را در یک مدل مفهومی (مانند نمودار ۱-۴) قرار می‌دهد. این مدل مفهومی اطلاعات (نمودار ۲-۴) بیانگر اطلاعات مربوط به نحوهٔ «پیگیری سفارش» از دید سازمان است. رضا پس از تجزیه و تحلیل داده‌های مورد نیاز سیستم، «ویژگیها» را تعریف می‌کند و آنها را براساس موجودیتهای مدل مفهومی اطلاعات، دسته‌بندی می‌کند. سپس به منزلهٔ آخرین گام، بازداده‌ها و گزارشها را بازبینی می‌کند تا اعتبار «ویژگیهای» تعریف شده برای مدل مفهومی اطلاعات، معین شود. این مدل مفهومی اطلاعات (نمودار ۲-۴)، ویژگیهای مورد نیاز برای تولید خروجیهای سیستم پیگیری سفارش را نیز نشان می‌دهد.

اکنون که ساخته‌ها، روش، و قواعد ساختن مدل معرفی شدند، لازم است که «ساخته‌های» طراحی ساختار اطلاعات، با دید عمیقتری بررسی شوند؛ از این رو، ابتدا نحوهٔ کمکِ نمودار جریان اطلاعات به تعیین اعتبار «مدل مفهومی اطلاعات» تشریح

می‌شود و سپس نمونه‌ای تفصیلی از نحوهٔ ساخت یک «مدل مفهومی اطلاعات» ارائه خواهد شد.



نمودار ۲-۴ مدل مفهومی اطلاعات شرکت پخش عدالت‌گستر

مشتری

شماره ـ مشتری
نام ـ مشتری
نشانی ـ پستی ـ مشتری ـ (خیابان)
نشانی ـ پستی ـ مشتری ـ (شهر)
نشانی ـ پستی ـ مشتری ـ (استان)
نشانی ـ پستی ـ مشتری ـ (کد پستی)

N و 0
دریافت
می‌دارد

N و 0
می‌دهد

داده شده، به‌وسیله

<۱>

صورتحساب

شماره ـ صورتحساب
میزان ـ مالیات
تاریخ ـ صورتحساب

۱ و ۱
تولید
می‌شود
به‌وسیله

۱ و ۱
تولید
می‌کند

سفارش

شماره ـ سفارش
شماره ـ نوبت ـ سفارش
شماره ـ رمز ـ وضعیت ـ سفارش
شماره ـ رمز ـ شاخص ـ قیمت ـ سفارش
شماره ـ رمز ـ اولویت ـ رسیدگی به سفارش
تاریخ ـ سفارش

ارسال
می‌شود

۱ و ۱

محموله

شماره ـ محموله
تاریخ ـ ارسال ـ محموله
نام ـ وسیلهٔ حمل ـ محموله

N و ۱

N و ۱
ارسال
می‌کند

ارسال می‌شود

۱ و 0

اقلام سفارش

شماره ـ اقلام ـ سفارش
تعداد ـ کالا
تعداد ـ سفارشات قبلی
میزان ـ قیمت ـ هر واحد کالا

محصول

شماره ـ محصول
شرح ـ محصول
میزان ـ قیمت
مقدار ـ محصول

N و 0
سفارش
می‌دهد

نمودار ۴.۳ مدل مفهومی اطلاعات شرکت عدالت‌گستر همراه با ویژگیهای آن

ساخته‌های طراحی ساختار اطلاعات[1] (مدلسازی اطلاعات)

ساخته‌های ششگانه مدل مفهومی اطلاعات، عبارتند از: «موجودیت»[2]، «ویژگی»[3]، «رابطه»[4]، «نشانگر»[5]، «وابستگی»[6]، و «نقش»[7] که موارد ذیل را برای هریک از آنها در نظر می‌گیرند:

۱. معرفی یک علامت برای نمایش هر ساختهٔ معین.

۲. تعریف هر ساختهٔ معین.

۳. به تصویر کشیدن ساخته‌ها، با مثالی از مدلهای اطلاعاتی سیستم مورد نظر (مانند سیستم پیگیری سفارش در نمودارهای ۲ـ۴ و ۳ـ۴).

۴. تعریف قواعد به کارگیری ساخته‌ها (کارلیس، ۱۹۸۵، ص ۱۰ـ۱۷؛ جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۶۵ـ۲۶۶).

در آخرین قسمت این فصل، علایم جایگزین (بدیل) در طراحی ساختار اطلاعات نیز مطرح خواهند شد.

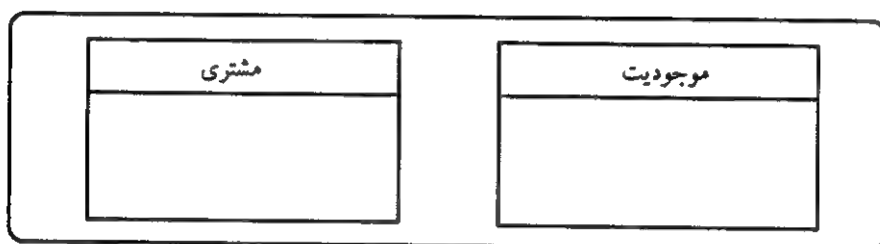
موجودیت

در طراحی ساختار مفهومی اطلاعات، هر مستطیل، نشانهٔ یک موجودیت است (نمودار ۴ـ۴). موجودیت هر نوع چیزی است که اطلاعاتی را دربارهٔ آن گردآوری می‌کنند ـ مانند یک شیء، شخص، مفهوم مجرد، یا رخداد، برای مثال، در مدل مفهومی اطلاعات پیگیری سفارش (نمودار ۲ـ۴)، **مشتری** و **محصول** موجودیتهایی هستند که اطلاعاتی دربارهٔ آنها گردآوری می‌شود.

تعریف موجودیت باید بیانگر معنای آن برای کاربر باشد. برای مثال، تعریف

1. constructs of conceptual data modeling
2. entity
3. attribute
4. relationship
5. Identifier
6. dependency
7. role

موجودیت **مشتری** عبارت است از: «شرکت یا شخصی که محصولی را به شرکت پخش عدالت‌گستر سفارش داده یا ممکن است سفارش بدهد.» برای هر تعریف باید مثالی ارائه شود. مانند «شرکت هگزان» و «آقای رمضانی» که مشتریان شرکت پخش عدالت‌گستر هستند. مجموعهٔ تعریفهای ارائه شده برای موجودیتها در «ذخیرهٔ طراحی» نگهداری می‌شود.



نمودار ۴ـ۴ علامت موجودیت

با توجه به این‌که از موجودیتها به منظور ایجاد مفاهیم مجرد استفاده می‌شود- نه برای اشاره به مجموعه‌ای از چیزها- آنها را با اسامی مفرد نامگذاری می‌کنند. برای مثال، موجودیت **مشتری** بیانگر یک شیء مجرد منفرد، به نام مشتری است؛ بنابراین بر مصادیق آن، یعنی شرکتها یا افرادی که مشتریان شرکت پخش عدالت‌گستر هستند، دلالت ندارد؛ از این رو به صورت مفرد نامگذاری می‌شود (چن، ۱۹۷۶، ص ۹ـ۳۶).

قواعد ساختن موجودیتها عبارتند از:

۱. نام هر موجودیت را فقط یک بار می‌توان در یک مدل اطلاعات به کار برد.

۲. به هر موجودیت باید یک نشانگر منحصر به فرد اختصاص داده شود (بعداً دربارهٔ نشانگرها صحبت خواهد شد).

۳. هیچ مصداقی از موجودیتها در یک مدل اطلاعات ارائه نمی‌شود (بعداً درباره مصادیق بحث خواهد شد).

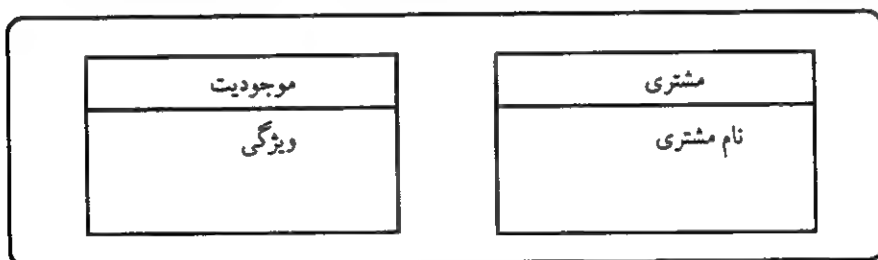
شماره محصول	نوع محصول	هزینه	شماره سری
۲۵۰	نوار چاپ	۵/۰۰ واحد پول	۲۰۲۰۰
۴۵۶۷	کاربرگ کامپیوتری استاندارد	۲۰/۰۰۰ واحد پول	۱۴۵۰۰

نگاره ۱ـ۴ دو مصداق برای موجودیت «محصول»

شیء مجردی که به منزلهٔ موجودیت **محصول** در نمودار ۲ـ۴ معرفی شده است، یک محصول فیزیکی قابل لمس یا قابل رؤیت نیست، بلکه هر محصول واقعی را می‌توان مصداقی برای آن موجودیت به شمارآورد. هر مصداق، به مثابه «مجموعهٔ واحدی از ارزشهای منحصر به فرد متناظر با ویژگیهای هر موجودیت»، تعریف می‌شود. نگاره ۱ـ۴ دو مصداق را برای موجودیت **محصول** معرفی می‌کند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۶۶ـ۲۶۷).

ویژگی

مطالب ذکر شده در هر مستطیل «موجودیت»، بیانگر ویژگیهای آن موجودیت هستند (نمودار ۵ـ۴). هر ویژگی به یک واقعیت یا یک ارزش دربارهٔ هر موجودیت اشاره دارد (اواد، ۱۹۸۸، ص ۱۳۷). در سیستم پیگیری سفارش، برای ارسال صورتحساب باید نام و نشانی پستی (خیابان ـ شهر ـ استان ـ کدپستی) مشتری روشن باشد. در نمودار ۳ـ۴، نام مشتری یا نام شهر ذکر شده در نشانی مشتری، ویژگیهای موجودیت مشتری هستند.



نمودار ۵ـ۴ موجودیت و ویژگی

در تعریف هر ویژگی، اطلاعاتی به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۱. معنی آن ویژگی برای کاربران؛

۲. خصوصیات فنی هر «ویژگی»ـ به منزلهٔ بخشی از پایگاه اطلاعاتی سیستم.
تعریف هر «ویژگی»، شامل شرحی است از اینکه «چرا آن ویژگی، خصوصیتی از «موجودیت» مورد نظر است؟» برای مثال، **ویژگی شهر ذکر شده در نشانی مشتری** به این صورت تعریف می‌شود «شهر ذکر شده در نشانی مشتری، برای ارسال صورتحساب.»

تعاریف باید به گونه‌ای ارائه شوند که برای کاربران سیستم بامعنی باشند. خصوصیات فنی هر «ویژگی» مشتمل بر موارد ذیل است:

۱. طول علایم «صفر» و «یک» هر ویژگی در مبنای دو دوئی؛

۲. نوع داده: «عددی»، «الفبایی»، «الفبایی ـ عددی»؛

تعاریف ارائه شده برای «ویژگیها»، در «ذخیرهٔ طراحی»[1] نگهداری می‌شوند.

نام هر «ویژگی» ترکیبی است از یک پیشوند، کلمات معرِّف کیفیت (برای تعریف خصوصیتهای ویژگی مورد نظر) و مجموعه‌ای از کلماتی که هدف یا کاربرد اطلاعات را بیان می‌کنند. برای مثال، ویژگی **نشانی ـ پستی ـ شهر ـ مشتری**، به موجودیت مشتری تعلق دارد و معرّف شهری است که صورتحساب باید به آن ارسال شود. این ویژگی به مثابه یکی از نشانه‌های مشتری به کار می‌رود. راهنمای کلی نامگذاری «ویژگی»، در نگاره ۲ـ۴ ارائه شده است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۶۸ـ۲۶۹).

قواعد ساخت ویژگیها به شرح ذیل است:

۱. نام هر ویژگی را فقط یک بار می‌توان در مدل مفهومی اطلاعات نشان داد؛

۲. باید به همراه هر موجودیت ویژگیهایی نیز موجود باشد. باید مجموعه‌ای از ویژگیها در هر موجودیت جمع شده باشد؛

۳. در مدل مفهومی اطلاعات، هیچ ارزشی به ویژگیها نسبت داده نمی‌شود. در مورد ارزشهای قابل انتساب به ویژگیها، بعداً توضیحاتی ارائه خواهد شد.

اطلاعات ذخیره شدهٔ منسوب به هر ویژگی (در پایگاه اطلاعاتی)، «ارزش» نامیده می‌شود. در نگاره ۱ـ۴ برای هریک از چهار ویژگی محصول، دو ارزش فهرست

---

1. the design repository

نام هر ویژگی را می‌توان با استفاده از طرح ذیل تعیین کرد. (مجموعهٔ کلمات معرّف کیفیت، نام موجودیت، و کلماتی که بر هدف یا کاربرد اطلاعات دلالت دارند).

برای مثال، نحوهٔ تعیین نام ویژگی **شماره- تلفن- مریض**، با استفاده از مجموعهٔ کلمات معرف کیفیت و سایر اجزای تشکیل دهندهٔ نام ویژگی، در ذیل تشریح شده است:

مفهوم	مثال	مصداقی برای نام «ویژگی»
«مجموعهٔ کلماتی که بر هدف یا کاربرد ویژگی دلالت دارند.» این کلمات کلی‌ترین سطح طبقه‌بندی اطلاعات را ارائه می‌کنند. گاهی می‌توان این مجموعه کلمات را به‌طور خلاصه نشان داد.	**نشانی (نش)**- اطلاعات مربوط به مکان. **مبلغ (م)**- واحدی عددی برای بیان جمع یا کل پول **شماره رمز**- ترکیب از حرف «و» / «یا» عدد برای اشاره به برخی اطلاعات. **شرایط (شر)**- نظیر «روشن / خاموش»، «درست / نادرست»، «بله / خیر». **تاریخ**- اطلاعات تعیین کننده زمان. **نام**- یک یا چند کلمه برای معین کردن یک فرد، یک مکان، یک سازمان، یک فکر و غیره. **شماره**- کمیت یا واحدی عددی (غیر از پول) که بتوان «چهار عمل اصلی» را بر روی آن انجام داد. **درصد**- نسبتی عددی برای بیان بخشی از یک ارزش مقداری. **متن**- یک یا چند کلمه غیر از نام.	**نشانی- شهر- بیمار** **نش- شهر- بیمار** **مبلغ- هزینه- دارو** **م- هزینه- دارو**
«مجموعهٔ کلمات معرف کیفیت»، معنی دقیقتر «ویژگی» را تشریح می‌کند. همهٔ کلمات می‌توانند تعیین کنندهٔ کیفیت باشند که در اینجا معمولاً به اختصار نشان داده می‌شوند. مجموعهٔ «اجزای تشکیل دهندهٔ نام» (ویژگیها)، موجودیت جدیدی را تشکیل می‌دهند.	**تعیین کننده هویت (ID)**[1] **برچسب (نام)** **خیابان** **میزان‌مصرف- از ابتدای‌سال تا این‌تاریخ (YTD)**[2].	**شماره- تعیین کننده هویت- کارمند** **متن- برچسب- تجویز** **نشانی- خیابان مریض** **تعداد مصرف- تا این تاریخ از سال**
نام «موجودیتها» نیز در نامگذاری «ویژگیها» به کار می‌رود و معمولاً به اختصار آورده می‌شود.	**تجویز (تج)**	متن- برچسب- تجویز

نگاره ۲-۴ راهنمای کلی نامگذاری ویژگیها

1. identification
2. year-to-date

شده است. ارزش هر ویژگی، چیزی را دربارهٔ مصداقی از یک «تک موجودیت» شرح می‌دهد. برای مثال، ارزش «کاربرگهای رایانه‌ای استاندارد» برای ویژگی «شرح محصول»، بخشی از توصیف مصداقِ موجودیت محصول شماره ۴۵۶۷ است.

ارزشها نیز مانند مصادیق، به‌طور آشکار در مدل مفهومی اطلاعات آورده نمی‌شوند؛ زیرا از مدل مفهومی اطلاعات برای نمایش مشروح اطلاعات استفاده می‌شود ـ نه اطلاعاتی که در یک زمان خاص در پایگاه اطلاعاتی ذخیره شده‌اند.

علاوه بر ویژگیهای معمولی، ویژگیهای دیگری نیز وجود دارند که ویژگیهای استخراج شده نامیده می‌شوند. ویژگی استخراج شده، آن است که ارزشش از ارزشهای سایر ویژگیها استخراج می‌شود. در نگاره ۳ـ۴، ارزش **مقدار ـ تا این تاریخ از سال ـ محصول**، برای محصول شماره ۴۵۶۷، تعداد محصول سفارش داده شده از آغاز سال تا آن تاریخ را بیان می‌کند. در این نگاره ارزش **مقدار ـ تا این تاریخ از سال ـ محصول** برای موجودی **محصول**، از افزودن ارزشهای **مقدار اقلام سفارش** برای همهٔ مصادیق **اقلام سفارش**، با ارائه شمارهٔ محصول شماره ۴۵۶۷ نشان داده می‌شود. اگر «ویژگیهای استخراج شده» نیز در مدل مفهومی اطلاعات ذکر شوند، در پایان نام آن ویژگی، یک ستاره رسم می‌شود (مانند موجودیت **محصول** در نمودار ۳ـ۴). ذکر «ویژگیهای استخراج شده» در مدل مفهومی اطلاعات، ضرورت ندارد؛ زیرا می‌توان آنها را با استفاده از سایر ویژگیهای موجود در مدل اطلاعات، تعیین کرد؛ ولی ممکن است کاربران بخواهند «ویژگیهای استخراج شده» را بشناسند تا متقاعد شوند که سیستم همه اطلاعات مورد نیازشان را ارائه خواهد کرد. تشخیص این‌که یک ویژگی در چه هنگام استخراج شده است نیز حایز اهمیت است؛ زیرا در طی مراحل طراحی پایگاه اطلاعاتی، طراح می‌تواند تصمیم بگیرد که «ویژگیهای استخراج شده» را در پایگاه اطلاعاتی ذخیره سازد، یا آن را با نوشتن یک برنامه محاسبه کند.

رابطه

سیستم پیگیری سفارش در شرکت پخش عدالت‌گستر، علاوه بر نیاز به آگاهی از

وضعیت سفارشها، مشتریان، و محصولات به اطلاعاتی دربارهٔ نوع محصولی که هر مشتری سفارش می‌دهد، نیاز دارد، از این رو مشروح اطلاعات باید مشتمل بر جزئیات روابط **مشتری** و **سفارش** و همچنین **سفارش** و **محصول** باشد و همهٔ این روابط باید در مدل مفهومی اطلاعات تعریف شوند.

«خطوط» بیانگر روابط هستند (نمودارهای ۶ـ۴ و ۷ـ۴). هر رابطه بیانگر وجود نوعی ارتباط یا تعامل میان موجودیتهاست (اواد، ۱۹۸۸، ص ۱۳۷ـ۱۳۸). برای مثال، در نمودار ۶ـ۴ خطی که **مشتری** را با **سفارش** متصل می‌سازد، بیانگر آن است که این دو موجودیت با هم مرتبط هستند و رابطهٔ آنها دو سویه است؛ یعنی هم **مشتری** با **سفارش** ارتباط دارد و هم **سفارش** با **مشتری** مرتبط است.

روابط با عطف به مصداق موجودیتهایی که در یک رابطه مورد نظر هستند، تعریف می‌شوند. برای مثال، دربارهٔ رابطهٔ میان **مشتری** و **سفارش**، از آنجا که هر مشتری قادر است چندین سفارش بدهد، ولی هر سفارش فقط توسط یک مشتری داده می‌شود، این رابطه را به صورت رابطه‌ای «یک به یک» و «یک به چند»[1] تعریف می‌کنند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۶۹).

گاهی به منظور کمک به خوانندگان در تعبیر و تفسیر و تعریف روابط در مدل اطلاعات، عناوین (برچسبها) را بر روی خط رابطه می‌نویسند. برای مثال الصاق برچسب «سفارش می‌دهد»، در میان موجودیتهای **مشتری** و **سفارش**، گویای آن است که مشتری سفارشهایی را ارائه می‌دهد. (برخی از برچسبهای رابطه، در نمودار ۶ـ۴ ملاحظه می‌شوند). در نامگذاری رابطهٔ دو «موجودیت»، اسامی آنها ترکیب می‌شوند. برای مثال، رابطهٔ میان **مشتری** و **محموله**، **مشتری: محموله** نامیده می‌شود. تعریف و نام هر رابطه، در ذخیرهٔ طراحی نگهداری می‌شود. قابل توجه آنکه «اسامی روابط» و «برچسبهای روابط» یکسان نیستند.

---

۱. با توجه به اینکه اگر سفارشی داده نشود اصلاً رابطه‌ای ایجاد نمی‌شود، به جای اصطلاح «صفر به چند» از اصطلاح «یک به چند» استفاده شده است.

گزارش مورخ ۱۳۸۰/۱۰/۵

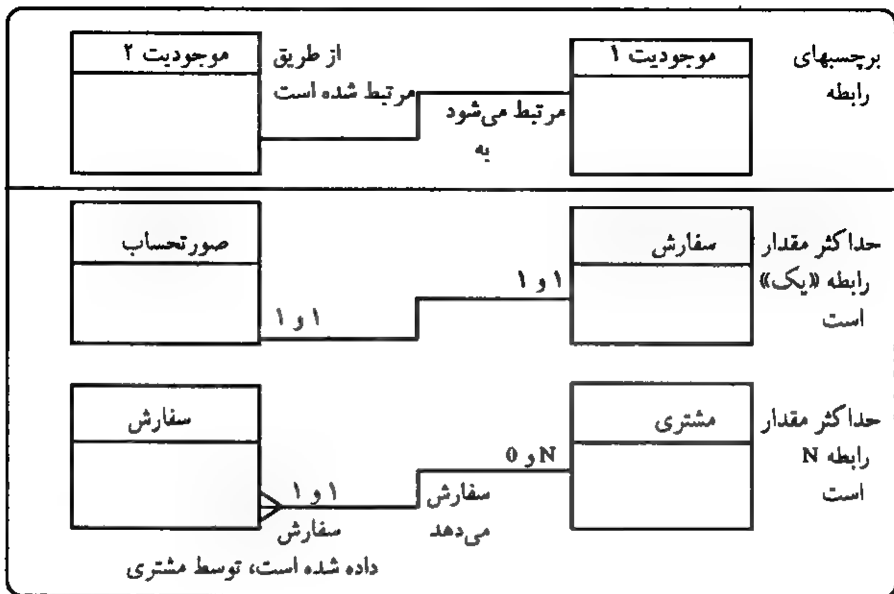
شماره صورتحساب	شمارهٔ نوبت سفارش	شمارهٔ مشتری	نام و نشانی مشتری	جمع هزینهٔ هربار سفارش	شماره مشخصات محصول	مقدار کل: سفارش	مقدار کل: برگشتی	هزینهٔ هر واحد کالا
۱۵۶۸	۱۲۳۴۲۳۴	۱۲۳	شرکت «تکتاز» صندوق پستی ۴۲ تهران ـ ایران	۶۰	۴۵۶۷ـ کاربرگهای کامپیوتری استاندارد	۳	۰	۶۰
۱۵۶۹	۳۴۵۶۹۰	۱۴۵	شرکت «هگزان» صندوق پستی ۹۷ تهران ـ ایران	۲۲۵	۴۵۶۷ـ کاربرگهای کامپیوتری استاندارد	۱۰	۰	۲۰۰
					۲۵۰ـ نوار چاپ	۵	۰	۲۵
۱۵۷۰	۱۲۳۴۵۰۰	۱۲۳	شرکت «تکتاز» صندوق‌پستی ۴۲ تهران ـ ایران	۴۷۵	۴۳۹۰ـ کاربرگهای ویژه	۴	۱	۱۶۰
					۲۵۰ـ نوار چاپ	۳	۰	۱۵
					۴۵۶۷ـ کاربرگهای کامپیوتری استاندارد	۱۵	۰	۳۰۰
			جمع کل هزینه	۷۶۰				

نگاره ۴.۳ گزارش ثبت سفارش

«مقدار»[1]، بخش مهمی از تعریف رابطه را تشکیل می‌دهد و به‌طور دقیق معین می‌کند که در «رابطه مورد نظر»، چند مصداق از یک موجودیت می‌تواند یک مصداق از موجودیت دیگر را تشریح کند. حداقل و حداکثر مقدار، بر روی خط رابطه ذکر می‌گردد. برای تعیین حدود مقدار در یک رابطه، باید به دو پرسش ذیل پاسخ داده شود:

۱. «موجودیت» مورد نظر حداقل باید با چند مصداق از «موجودیت وابسته» ارتباط داشته باشد؟ (این پرسش حداقل «مقدار» را تعیین می‌کند). پاسخ یکی از این گزینه‌ها خواهد بود: «یک مصداق» یا «هیچ‌یک».

۲. «موجودیت» مورد نظر، حداکثر می‌تواند با چند مصداق از «موجودیت وابسته» ارتباط داشته باشد؟ (این پرسش حداکثر «مقدار» را تعیین می‌کند) پاسخ یکی از این گزینه‌ها خواهد بود: «یک مصداق» یا «چند مصداق». به‌طور معمول وجود بیش از یک ارتباط را با «N» نشان می‌دهند (چن، ۱۹۷۶، ص ۹ـ۳۶).



نمودار ۶ـ۴ علایم رابطه و مثالها

1. cardinality

در نمودار ۶ـ۴ مقدار رابطه میان **مشتری** با **سفارش**، (0 و N) و مقدار رابطهٔ میان **سفارش** با **مشتری** (۱ و ۱) است؛ یعنی مشتریها می‌توانند «هیچ سفارشی ندهند» یا «سفارش زیادی بدهند»؛ ولی برای هر سفارش حداقل باید یک مشتری موجود باشد و فقط یک مشتری می‌تواند یک سفارش معین را بدهد.

معمولاً پس از ارائه اطلاعات مربوط به مقدار رابطه توسط کاربران، امکان ارزیابی صحت مفروضات دربارهٔ مقدار رابطه، از طریق مشاهدهٔ گزارش یا رؤیت صفحهٔ رایانه وجود دارد. برای مثال، گزارش ثبت سفارش در نگاره ۳ـ۴ نشان می‌دهد که مشتری شماره ۱۲۳ دو نوبت سفارش (به شماره‌های ۱۲۳۴۲۳۴ و ۱۲۳۴۵۰۰) داشته است.

برای تسهیل شناخت مدلهای مفهومی اطلاعات با استفاده از روشهای تصویری، حداکثر «مقدار رابطه» در آنها نشان داده می‌شود. هنگامی که «حداکثر مقدار رابطهٔ دو موجودیت»، «یک» باشد، خط ساده‌ای میان دو موجودیت کشیده می‌شود (نمودار ۶ـ۴). مقدار رابطهٔ **سفارش** و **صورتحساب**، در نمودار ۳ـ۴، «یک» و «یک» (۱ و ۱) است و همچنین مقدار رابطهٔ **صورتحساب** و **سفارش** «یک» و «یک» است. خط‌مشی شرکت پخش عدالت‌گستر آن است که برای هر سفارش فقط یک صورتحساب صادر کند و هر صورتحساب نیز فقط به یک سفارش مربوط شود. هنگامی که حداکثر «مقدار رابطه» زیاد باشد، یک متصل کننده «سه شاخه» به انتهای خط رابطه وصل می‌شود (نمودار ۶ـ۴). مقدار رابطه میان **مشتری** و **سفارش** در نمودار ۳ـ۴، صفر به چند است (0 و N)؛ زیرا هر مشتری می‌تواند سفارشات متعددی بدهد؛ بنابراین متصل کنندهٔ سه شاخه به **سفارش** وصل می‌شود.

معمولاً هنگامی که بین دو موجودیت، حداکثر مقدار رابطه (N) برقرار باشد، به رابطهٔ میان آنها، رابطهٔ «چند به چند» (M و N)[1] گفته می‌شود که به ایجاد موجودیت جدیدی به نام «موجودیت تقاطعی»[2] می‌انجامد (نمودار ۷ـ۴). مقدار رابطه هریک از

---

۱. در مواردی که رابطهٔ «چند به چند» برقرار است، به جای نماد (N و N) از نماد (M و N) استفاده می‌شود.

2. intersection entity

«موجودیتهای وابسته» با «موجودیت تقاطعی»، همیشه «صفر به چند» (0 و N)، یا «یک به چند» (۱ و N) است؛ درحالی که مقدار رابطه «موجودیت تقاطعی» با هریک از «موجودیتهای وابسته»، همواره «یک به یک» (۱ و ۱) است.

موجودیتها در روابط چند به چند (M و N)، ویژگیهایی دارند که فقط مدل مفهومی اطلاعات می‌تواند آن ویژگیها را نشان دهد. امکان برقراری رابطهٔ مستقیم میان موجودیتهای مذکور وجود ندارد؛ بنابراین ایجاد «موجودیتهای تقاطعی» ضرورت می‌یابد. در نمودار ۷ـ۴، رابطهٔ **سفارش و محصول**، رابطه‌ای چند به چند (M و N) است؛ زیرا هر سفارش ممکن است مشتمل بر محصولات متعددی باشد و هر محصول نیز ممکن است در سفارشهای متعددی درخواست شود. «موجودیت تقاطعی» برای رابطهٔ **سفارش و محصول**، موجودیت **اقلام‌ـ سفارش** نامیده می‌شود. یکی از ویژگیهای موجودیت **اقلام‌ـ سفارش**، **شماره‌ـ مقدار‌ـ اقلام‌ـ سفارش** است. باید توجه شود که **شماره‌ـ مقدار‌ـ اقلام‌ـ سفارش**، جزو مختصات هیچ‌یک از موجودیتهای **محصول** یا **سفارش** نیست، بلکه «مقدار اقلام سفارش»، جزو مختصات «محصولی» است که «سفارش» داده شده است؛ یعنی در رابطه‌ای میان موجودیتهای **سفارش و محصول** مطرح می‌شود.

«موجودیت تقاطعی» با یک واژهٔ «اسمی» نامگذاری می‌شود. نام ممکن است شرح معنی‌داری برای رابطه باشد (مانند **اقلام‌ـ سفارش**) یا ممکن است ترکیبی باشد از نامهای موجودیتهایی که در رابطه مشارکت دارند (مانند موجودیت **اقلام‌ـ سفارش** که می‌توان آن را **محصول: سفارش**) نامید.

همهٔ قواعد مطرح شده در خصوص موجودیتها، در مورد «موجودیتهای تقاطعی» نیز قابل تسری هستند. برای مثال، نامی که برای موجودیت تقاطعی به کار می‌رود، باید در مدل مفهومی اطلاعات منحصر به فرد باشد؛ موجودیت تقاطعی باید دارای نشانگر= شناسگر باشد؛ نشانگر «موجودیت تقاطعی» از ترکیب دو نشانگر موجودیتهای مربوط به آن و هر ویژگی دیگری که برای ایجاد یک نشانگر منحصر به فرد ضرورت دارد، پدید می‌آید (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۷۲). برای مثال **اقلام سفارش**، با **شماره سفارش** و **شماره محصول** مشخص می‌شود. اگر ترکیب **شماره سفارش** و

شماره محصول از انسجام منحصر به فردی برخوردار نباشد، می‌توان یک نشانگر مرکب، نظیر **سفارش-شماره-اقلام** را به کار برد.

قواعد نمایش و ترسیم روابط عبارتند از:

۱. همهٔ رابطه‌ها باید نامگذاری شوند؛

۲. حتی‌المقدور، خط یک رابطه نباید سایر خطوط را قطع کند؛ در غیر این صورت مدل مفهومی اطلاعات، به دلیل وجود خطوط متقاطع، ناخوانا خواهد شد؛

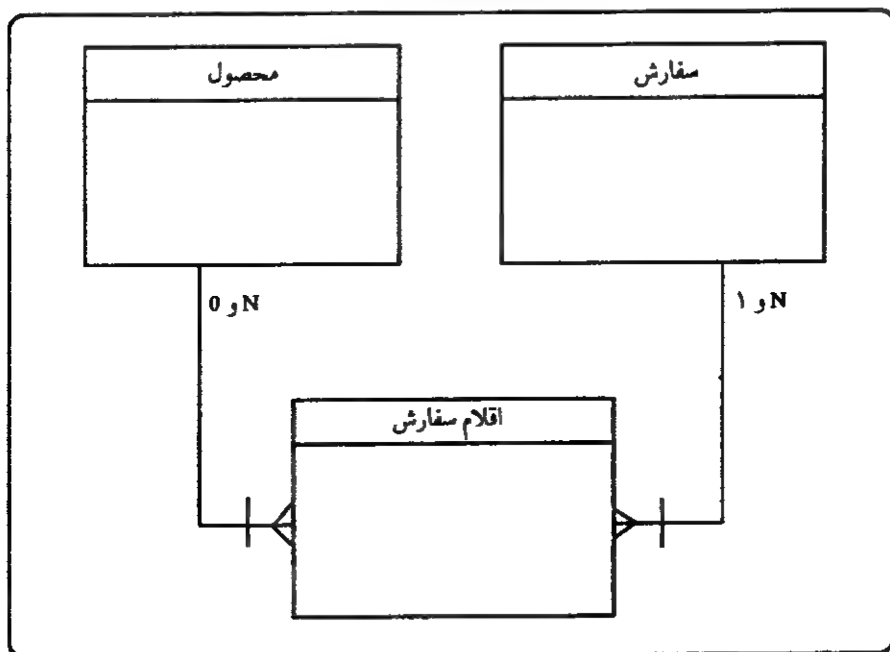
۳. برای هر رابطه باید حداقل و حداکثر مقدار را معین کرد؛

۴. هر رابطه باید بخشی از یک مسیر واحد باشد که میان دو موجودیت وجود دارد.

هر مسیر، مجموعه‌ای است از یک یا چند رابطه که میان دو موجودیت قابل ترسیم است. در نمودار ۳-۴، دو مسیر میان **مشتری** و **محموله** وجود دارد. نخستین مسیر، **مشتری: محموله** است که دربردارندهٔ اطلاعات مربوط به «مشتریان دریافت کنندهٔ محموله‌ها» و «محموله‌های ارسالی برای مشتریان» است. مسیر دوم، ترکیبی از روابطی است که همان اطلاعات را ارائه می‌کنند؛ به این ترتیب که ابتدا رابطهٔ **مشتری: سفارش** نشان می‌دهد که هر مشتری می‌تواند سفارشهای متعددی بدهد. سپس موجودیت تقاطعی **سفارش: محصول** (اقلام سفارشی) نشان می‌دهد که هر سفارش می‌تواند اقدام چندی را دربرداشته باشد. سرانجام رابطهٔ **سفارش-اقلام-محموله** نشان می‌دهد که هر قلم سفارش، در یک محموله ارسال خواهد شد؛ بنابراین، مسیر دوم نیز بیانگر آن است که هر مشتری می‌تواند محموله‌های متعددی دریافت دارد؛ زیرا می‌تواند سفارشهای متعددی بدهد و هر سفارش نیز ممکن است شامل یک یا چند محموله از اقلام سفارش باشد.

مدل مفهومی اطلاعات باید حتی‌المقدور ساده باشد؛ یعنی نباید یک «داده» را بیش از یک‌بار ارائه دهد. بدین ترتیب هنگامی که دو مسیر در میان دو موجودیت معین، اطلاعات یکسانی ارائه می‌کنند، یکی از آنها باید حذف شود (کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۴۰۸-۴۱۱). در مدل مفهومی اطلاعاتِ شرکت پخش عدالت‌گستر (نمودار ۳-۴)،

احتمالاً می‌توان مسیر **مشتری: محموله** را بدون از دست دادن اطلاعات، حذف کرد. البته در هر مورد خاص، صحت این مطلب باید بررسی شود؛ زیرا شرکت پخش ممکن است اجازه دهد، طبق درخواست مشتریِ سفارش دهنده، سفارش برای مشتری دیگری ارسال شود. نکتهٔ قابل تأمل آنکه رابطهٔ **محموله** و **اقلام-سفارش** را نمی‌توان حذف کرد؛ زیرا ممکن است اطلاعات مربوط‌به اقلام‌سفارش در محموله‌های ارسالی، از دست‌برود.



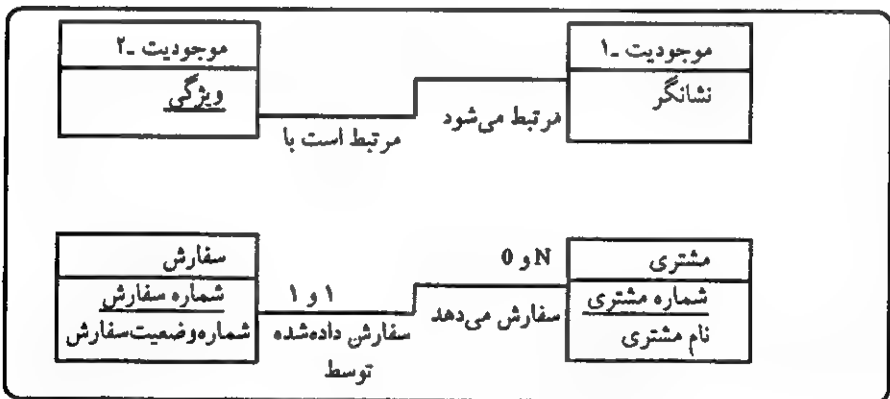
نمودار ۴.۷ رابطهٔ چند به چند و موجودیت تقاطعی

نشانگر[1]

کشیدن خط در زیر یک ویژگی، بر وجود یک نشانگر دلالت دارد (نمودار ۸ـ۴). هر نشانگر مشتمل بر یک یا مجموعه‌ای از ویژگیهاست که ارزش منحصر به فردی برای «هر مصداق از یک موجودیت» در نظر می‌گیرد. هر موجودیت حداقل به یک نشانگر

1. identifier

منحصر به فرد نیاز دارد؛ به‌طوری که بتوان هر مصداق از آن موجودیت را-بدون این‌که با مصداق دیگری اشتباه گرفته شود-با عطف به ویژگیهایی از آن نشانگر، معین کرد. معنی ضمنی منحصر به فرد بودن این است که برای همهٔ مصادیق ممکن از یک موجودیت، نمی‌توان از یک نشانگر، با ویژگیهای یکسان، استفاده کرد؛ برای مثال در نگارهٔ ۳-۴، به هر مشتری یک **شماره** جداگانه اختصاص یافته است؛ یعنی در گزارش ثبت سفارش در این نگاره شمارهٔ شرکت تکتاز (۱۲۳) با شماره شرکت هگزان (۱۴۵) تفاوت دارد. **نکتهٔ قابل توجه آن‌که در این نگاره، ویژگی نشانی شهری که صورتحساب مشتری باید به آن ارسال شود**، منحصر به فرد نیست زیرا هر دو مشتری (شرکت تکتاز و شرکت هگزان) در شهر تهران قرار دارند؛ بدین ترتیب، گرچه نشانگرها و ویژگیها، هر دو از مختصات مشتریان محسوب می‌شوند، ولی ممکن است گاهی اوقات، ویژگیها منحصر به فرد نباشند؛ درحالی که نشانگرها باید منحصر به فرد باشند.



نمودار ۸-۴ نحوهٔ نمایش نشانگرها

هنگامی که یک ویژگی-به تنهایی-نتواند «نشانگری منحصر به فرد» ایجاد کند، باید نشانگری مرکب از تلفیق ارزشهای چندین ویژگی ایجاد کرد. در نمودار ۳-۴، موجودیت **محموله**، به یک نشانگر مرکب نیاز دارد که از **شماره-محموله** و **تاریخ-محموله**، ترکیب شده باشد. دلیل نیاز به نشانگر مرکب آن است که **شماره-محموله** چهار رقمی مورد استفادهٔ شرکت پخش تضمین کننده انتصاب مقادیر منحصر به فرد

برای همهٔ محموله‌های ممکن، نیست. شرکت پخش مذکور، ده‌هزار سفارش را طی شش ماه برای مشتریان ارسال می‌کند؛ ولی از آنجا که شمارهٔ ارسال آن فقط چهار رقم دارد، حداکثرِ تعداد ارزش قابل انتساب با آن، ۹۹۹۹ مورد است. به این ترتیب، از هر شمارهٔ محموله، دو بار در سال استفاده می‌شود؛ بنابراین به منظور استفاده از یک نشانگرِ منحصر به فرد برای موجودیت محموله، **تاریخ-محموله** و **شماره-محموله** با هم تلفیق شده‌اند.

اگر هر موجودیت بیش از یک نشانگر داشته باشد، به منظور مشخص کردن هر نشانگر ممکن، از یک شماره استفاده می‌شود. موجودیت **سفارش** در نمودار ۳-۴ دو نشانگر دارد (که زیر آنها خط کشیده شده است). نشانگر مرکب از **شماره-نوبت-سفارش** و **شماره-سفارش**، با علامت «<۱>» مشخص می‌شود. از علامت <۱>، برای نشان دادن مقدار رابطهٔ «۱ و ۱» استفاده می‌شود. علامت <۱> در رابطه **مشتری: سفارش** بیان می‌دارد که نشانگر بدیل برای سفارش، از طریق ترکیب نشانگر **مشتری (شماره-مشتری)** و **شماره-نوبت-سفارش** شکل می‌گیرد.

«نشانگرها» نیز مانند «ویژگیها» تعریف و نامگذاری می‌شوند. تعاریف ارائه شده برای نشانگرها، در ذخیرهٔ طراحی نگهداری می‌شوند.

قواعد ساختن نشانگر عبارتند از:

۱. نام هر نشانگر را فقط یک‌بار می‌توان در مدل اطلاعات به کار برد.

۲. هر نشانگر باید همواره همراه یک موجودیت باشد.

۳. در مدل مفهومی اطلاعات، هیچ ارزشی به یک نشانگر منسوب نمی‌شود.

۴. یک نشانگر به هر مصداق از یک موجودیت، ارزش منحصر به فردی نسبت می‌دهد.

وابستگی حیاتی و وابستگی نشانگر[1]

اغلب، در صورتی که دو موجودیت با هم ارتباط داشته باشند، وجود مصادیق هر

---

1. existence and identifier dependency

موجودیت، در گرو وجود مصادیقی از موجودیت دیگر است. برای مثال، تصور سفارش، بدون وجود مشتری دشوار است؛ از این رو یک وابستگی حیاتی میان **سفارش و مشتری** وجود دارد. برای نشان دادن این وابستگی حیاتی در مدل مفهومی اطلاعات، حداقل مقدار رابطه، برابر با «یک» فرض می‌شود. در نمودار ۳ـ۴ حداقل مقدار رابطه **سفارش و مشتری** «یک» است (لومیس، ۱۹۸۷، ص ۲۷۴).

موجودیتهایی که حیاتشان وابسته به یک موجودیت دیگر است، معمولاً بخشی از نشانگر خود را نیز از همان موجودیت اخذ می‌کنند. وابستگیِ نشانگر، هنگامی به‌وجود می‌آید که نتوانیم مصادیق یک موجودیت را به‌طور منسجم، با عطف به ارزشهایِ ویژگیهایش مشخص سازیم؛ بنابراین، موجودیت وابسته باید نشانگرِ موجودیت یا موجودیتهای مرتبط را به کار گیرد (موجودیت وابسته، در یک رابطه، به منزلهٔ یک موجودیت ضعیف در نظر گرفته می‌شود). در نمودار ۳ـ۴ **اقلام-سفارش** فاقد آن ویژگی است که بتواند به‌طور منسجم مصادیق خود را معین کند. **شماره-اقلام-سفارش** نمی‌تواند به عنوان نشانگر به کار رود؛ زیرا ارزشهای آن برای هر سفارش تکرار خواهد شد. بنابراین **اقلام-سفارش** باید نشانگرهای **سفارش و محصول** را برای مشخص کردن مصادیق خود به کار گیرد. وابستگی نشانگر با قرار دادن خط کوچکی-عمود بر خط رابطه-در نزدیکی موجودیت وابسته مشخص می‌گردد. به یاد داشته باشید که این خط بر وجود رابطهٔ «یک» و «یک» دلالت دارد. در نمودار ۳ـ۴، منظور از خطوطی که در کنار موجودیت **اقلام-سفارش** قرار گرفته‌اند، آن است که نشانگر **اقلام-سفارش**، ترکیبی از **شماره-سفارش** و **شماره-محصول** است.

هنگامی که نشانگر بدیل وابسته باشد، یک شمارهٔ نشانگر بر روی خط رابطه قرار داده می‌شود. در نمودار ۳ـ۴، علامت <۱> در کنار موجودیت **سفارش** مشخص می‌کند که یک نشانگر بدیل برای **سفارش**، **شماره-مشتری** بعلاوه **شماره-وضعیت-سفارش** است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۷۵ـ۲۷۶).

نقش

ساختهٔ «رابطه»، بر همراهی انواع مختلف موجودیتها دلالت دارد (برای مثال،

موجودیت مشتری، همراه **موجودیت سفارش** است)؛ امّا ساختهٔ «نقش»، بر همراهی موجودیتهای مشابه دلالت دارد (برای مثال در نمودار ۹ـ۴ نقش: **نوع مشتری**، با همراهی موجودیتهای **خریدار جزء** و **خریدار عمده** ملاحظه می‌شود). «نقش»ها از آن حیث اهمیت دارند که کاربران، معمولاً موجودیتها را با توجه به «نقش»های خاص آنها در نظر می‌گیرند. برای مثال، مدیر فروشگاه خرده‌فروشی شرکت پخش، با مشتریانی که خریدار سفارشهای خرد هستند، سروکار دارد (نه خریداران عمده).

مثلثی که دو یا چند موجودیت را به هم وصل می‌کند، بیانگر یک نقش است. «نقش»ها، طبقات یا انواع یک موجودیت کلی، مانند **مشتری** را معرفی می‌کنند.

قواعد نمایش (ساختن) نقش عبارتند از:

۱. هر نقش باید یک تبیین کنندهٔ نقش و یک نشانگر داشته باشد و حداقل و حداکثر مقدار رابطهٔ آن مشخص باشد؛

۲. هر نقش یک موجودیت، باید حداقل دارای یک ویژگی یا رابطهٔ متمایز (غیرمشترک) با سایر نقشهای آن موجودیت باشد؛

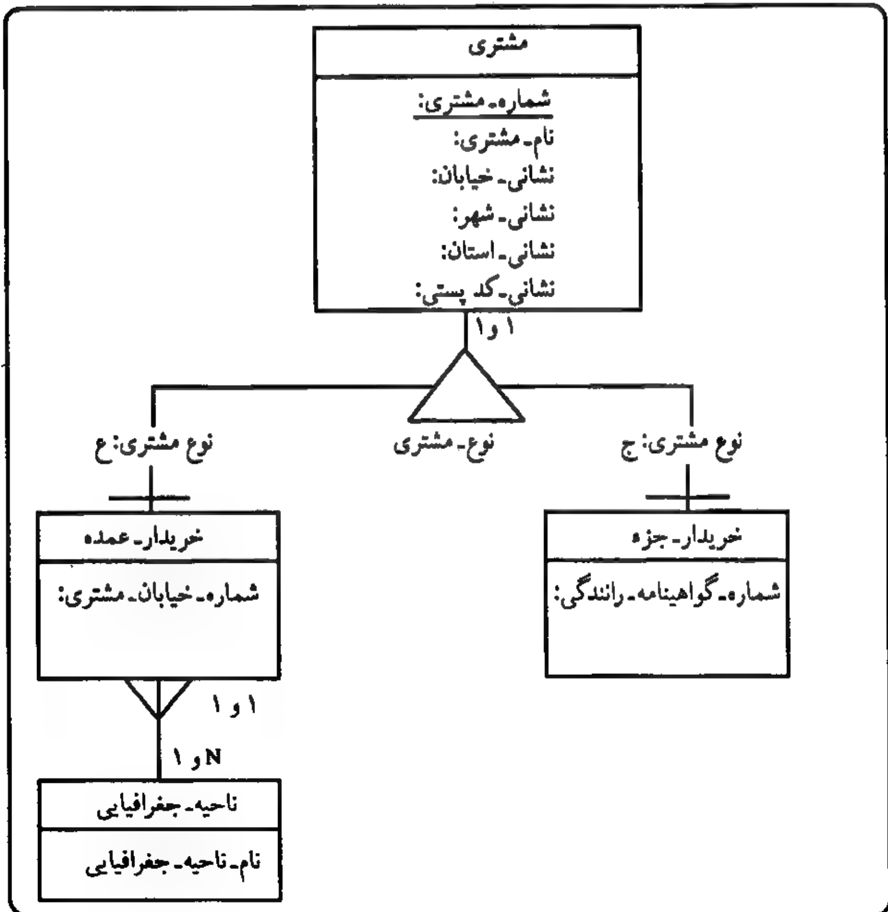
در نمودار ۹ـ۴ برای خریدار جزء، ویژگی **شماره‌ـگواهینامه رانندگی‌ـمشتری** مورد نظر قرار گرفته است؛ درحالی که برای **خریدار‌ـعمده** این ویژگی در نظر گرفته نشده‌است. همچنین میان **خریدار‌ـعمده** و **ناحیه‌ـجغرافیایی** رابطه‌ای وجود دارد که در مورد خریدار جزء مشاهده نمی‌شود.

نقش، تبیین کنندهٔ یک ویژگی است که معین کنندهٔ آن است که یک مصداق از «یک نوع موجودیت»، چه نقشی دارد. در نمودار ۹ـ۴ **نوع مشتری** نقش تبیین کننده دارد؛ به این ترتیب هنگامی که خریدار به‌طور عمده خرید می‌کند، با «ع»، و هنگامی که به‌طور جزئی خرید می‌کند، با «ج» نشان داده می‌شود (لومیس، ۱۹۸۷، ص ۱۸۷).

نشانگر یک نقش، هم می‌تواند همان نشانگر یک نوع موجودیت و هم می‌تواند متفاوت با آن باشد. در نمودار ۹ـ۴ علامت نشانگر وابستگی در بالای هر موجودیتِ نقش، بیانگر آن است که نشانگر موجودیتهای **خریدار‌ـجزء** و **خریدار‌ـعمده** با نشانگر موجودیت خریدار یکی است. همچنین نشانگر یک نقش می‌تواند با نشانگر موجودیت

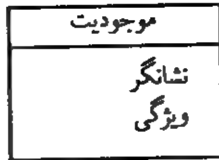
کلی آن متفاوت باشد. برای مثال شرکت پخش می‌تواند **شماره۔خیابان۔خریدار** را به منزلهٔ نشانگر موجودیت خریدار جزء به کار گیرد.

«مقدار» رابطهٔ هر نقش، حداقل و حداکثر تعداد نقش مصادیقی را مشخص می‌کند که می‌تواند در هر زمان موجود باشد. همان‌طور که در نمودار ۹ـ۴ ملاحظه می‌شود؛ درحالی که هر مشتری باید حداقل یک نقش (مشتری۔ عمده‌فروش یا خرده‌فروش) داشته باشد، نمی‌تواند بیش از یک نقش را عهده‌دار گردد (حداکثر یک نقش خواهد شد؛ زیرا نمی‌تواند هم مشتریِ عمده‌فروش و هم خرده‌فروش باشد).

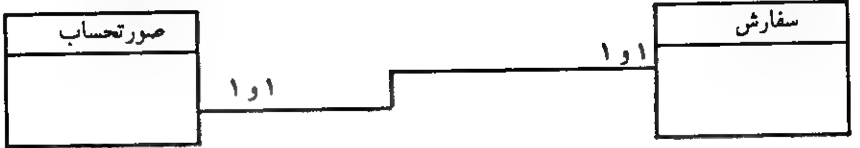


نمودار ۹ـ۴ نقش: نوع مشتری

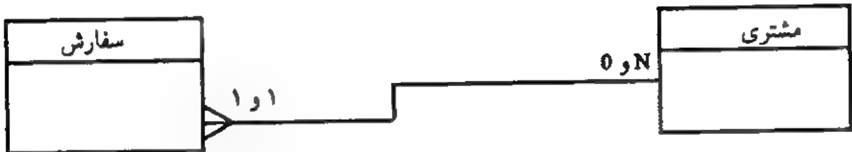
الف) موجودیت:



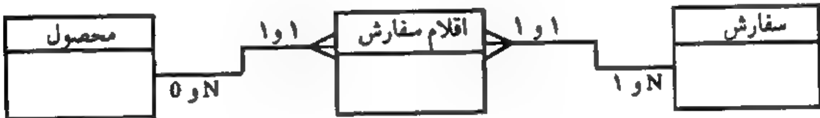
ب) انواع رابطه:



۱. حداکثر مقدار یک

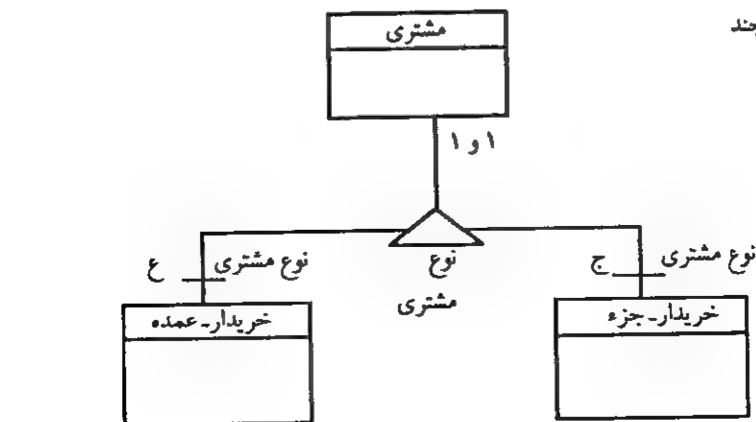


۲. حداکثر مقدار N



۳. چند به چند

ج: نقش



نمودار ۱۰-۴ خلاصه علایم مدلسازی اطلاعات

موجودیت	۱. نام هر موجودیت فقط یک بار می‌تواند در یک مدل مفهومی اطلاعات ظاهر شود. ۲. برای هر موجودیت باید یک نشانگر منحصر به فرد در نظر گرفته شود. ۳. در مدل مفهومی اطلاعات هیچ یک از مصادیق موجودیتها آورده نمی‌شود.
ویژگی	۱. نام هر ویژگی فقط یک‌بار می‌تواند در مدل مفهومی اطلاعات آورده شود. ۲. ویژگی باید در یک موجودیت جای داده شود. ۳. هیچ‌یک از ارزشهای موجودیتها در مدل مفهومی اطلاعات آورده نمی‌شود.
موجودیت تقاطعی	۱. نام هر موجودیت تقاطعی فقط یک‌بار می‌تواند در مدل مفهومی اطلاعات پدیدار شود. ۲. هر موجودیت تقاطعی باید نشانگر منحصر به فردی داشته باشد. ۳. هیچ‌یک از مصادیق موجودیت تقاطعی در مدل مفهومی اطلاعات آورده نمی‌شود.
رابطه	۱. همه رابطه‌ها باید نامگذاری شوند. ۲. یک خط رابطه، حتی‌الامکان نباید خط رابطه دیگر را قطع کند. ۳. برای هر رابطه باید حداقل و حداکثر مقدار معین شود. ۴. هر رابطه باید بخشی از یک مسیر واحد میان دو موجودیت باشد.
نشانگر	۱. نام هر نشانگر فقط یک بار می‌تواند در مدل مفهومی اطلاعات ذکر شود. ۲. هر نشانگر باید در یک موجودیت جای داده شود. ۳. هیچ ارزشی از نشانگر در مدل مفهومی اطلاعات آورده نمی‌شود. ۴. هر نشانگر ارزشی منحصر به فرد برای هر مصداق از موجودیت دارد.
نقش	۱. هر نقش باید یک تبیین کنندهٔ نقش، یک نشانگر و یک حداقل و حداکثر مقدار داشته باشد. ۲. هر نقش یک موجودیت باید حداقل دارای یک ویژگی یا رابطه باشد که سایر نقشهای موجودیت فاقد آن باشند.

نگاره ۴ـ۴ قواعد مدلسازی اطلاعات

در نمودار ۱۰ـ۴ خلاصه‌ای از علایم مدلسازی اطلاعات ارائه شده است و در نگاره ۴ـ۴ نیز خلاصه‌ای از قواعد لازم‌الاجرا برای نمایش «ساخته‌های» بررسی شده در این فصل آورده شده است.

به یاد داشته باشید که در این فصل کلمات برجسته در متن، بیانگر اشیاء در مدل

مفهومی اطلاعات، یا نمودار جریان اطلاعات بیانگر اشیاء هستند؛ برای مثال، کلمه **سفارش** بیانگر موجودیت سفارش، در مدل مفهومی سیستم پیگیریِ سفارشات است. برعکس کلمه سفارش (که به شکل معمولی نوشته شده است) برای بیان اهمیت یک مصداق از موجودیت **سفارش** به کار می‌رود؛ در این حالت ممکن است بگوییم که خریدار یا مشتری می‌تواند سفارشات متعددی بدهد (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۲۷۵ـ۲۷۶).

علایم بدیل (جایگزین) برای مدلسازی اطلاعات

مجموعه علایم مدلسازی اطلاعات که در نمودار ۱۰ـ۴ نشان داده شده است، فقط یکی از شیوه‌های استفاده از علایم رمزی ممکن، برای ساختن مدلهای مفهومی اطلاعات را معرفی می‌کند. برای این منظور شیوه‌های دیگری نیز به‌طور گسترده به کار می‌روند. برای مثال شیوه بدیلِ نشان داده شده در نمودار ۱۱ـ۴، شیوه «رابطه: موجودیت» نامیده می‌شود. علایم مستطیل شکل «موجودیت»، در شیوه «رابطه: موجودیت» نیز به کار می‌روند؛ ولی از جنبه‌هایی متعدد، نمودار ۱۱ـ۴ «رابطه: موجودیت» با نمودارهای به کار رفته در این کتاب متفاوت است (کاردناس[1]، ۱۹۸۹، ص ۱۵۱ـ۱۵۳؛ مک‌لیود، ۱۹۹۵، ص ۵۹۸ـ۵۹۹).

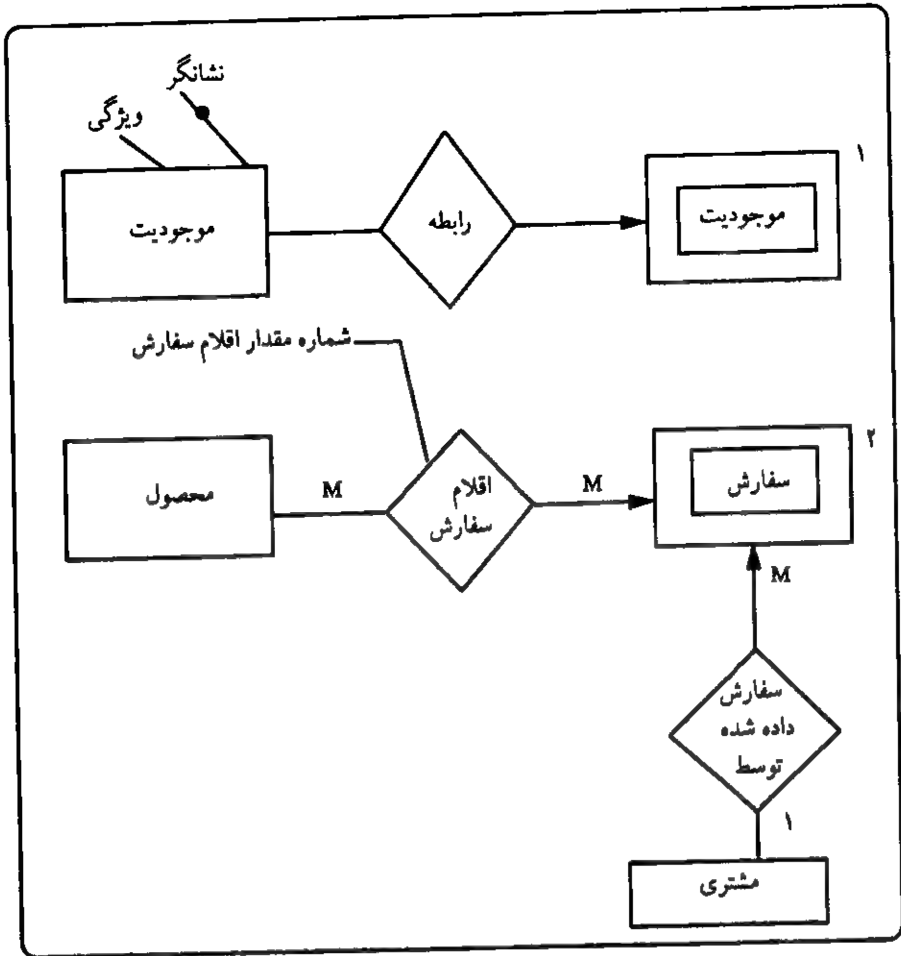
۱. در نمودار ۱۱ـ۴ «رابطه: موجودیت»[2] ویژگیها با یک خط و نشانگرها با یک نقطه که بر روی خط ویژگی گذاشته می‌شود، نشان داده می‌شوند.

۲. در نمودار «رابطه: موجودیت» برای نشان دادن رابطه به جای خط از علامت لوزی استفاده می‌شود.

۳. در نمودار «رابطه: موجودیت» بر روی خط رابطه حداکثر مقدار یک رابطه مشخص می‌شود. در این نمودار برای دلالت بر «مقدار» از اتصال سه‌پایه استفاده نمی‌شود.

---

1. Alfonso F. Cardenas 2. entity relationship (E R) diagram



نمودار ۴.۱۱ نمونهٔ مدلسازی مفهومی اطلاعات در نمودار «رابطه: موجودیت»

۴. در نمودار «رابطه: موجودیت» از هیچ گونه موجودیت تقاطعی خاص استفاده نمی‌شود. به این ترتیب از علامت لوزی هم برای بیان رابطه و هم برای بیان موجودیت تقاطعی استفاده می‌شود.

۵. در نمودار «رابطه: موجودیت» از علامت «مستطیلهای متداخل» و یک پیکان که نوک آن به طرف مستطیلهای متداخل است برای نمایش وابستگی حیاتی استفاده می‌شود. موجودیت «وابسته» در مستطیلهای متداخل قرار داده می‌شود. برای

مثال در نمودار ۱۱ـ۴ **سفارش** به **مشتری** وابسته است (مک‌لیود، ۱۹۹۵، ص ۶۰۰).

تعیین اعتبار مدلهای اطلاعات با استفاده از نمودار جریان اطلاعات

نمودار جریان اطلاعات می‌تواند برای تعیین اعتبار موجودیتها، رابطه‌ها، و ویژگیهای مدل مفهومی اطلاعات به کار رود. بعلاوه، می‌توان از جریانهای اطلاعات- در یک نمودار جریان اطلاعات- برای استخراج ویژگیهای یک مدل اطلاعات استفاده کرد. این فراگردها با استفاده از نمودار جریان اطلاعاتِ پیگیری سفارش[1] و مدل مفهومی اطلاعات پیگیری سفارش در نمودارهای ۳ـ۴ و ۱۲ـ۴ ترسیم شده‌اند.

برای تعیین اعتبار موجودیتها در مدل مفهومی اطلاعات (نمودار ۳ـ۴)، می‌توان آنها را با انباره‌های اطلاعاتی نمودار ۱۲ـ۴ مقایسه کرد و در صورت مغایرت نمودار ۱۲ـ۴ با نمودار ۳ـ۴، اصلاحات ضروری را در آن اعمال کرد. انباره‌های اطلاعاتی برای محصول، مشتری، سفارش و سایر اقلام باید با موجودیتهای مدلِ اطلاعات ۲ـ۴ منطبق باشد. مدل اطلاعاتی نمودار ۲ـ۴، علاوه بر دو موجودیت **محموله** و **صورتحساب**، موجودیتهای دیگری را نیز برای هریک از انباره‌های اطلاعاتی مذکور دربردارد. تحلیلگر ترسیم کننده نمودار جریان اطلاعات پیگیری سفارش باید بداند که چرا انباره‌های اطلاعاتیِ **صورتحساب** و **محموله** در این نمودار (۱۲ـ۴) آورده نشده‌اند. یعنی باید اطلاع داشته باشد که برای تعیین اعتبار **رابطه** در مدل اطلاعات، می‌توان فقط انباره‌های اطلاعاتی به کار رفته در همان فراگرد را ثبت و بررسی کرد؛ برای مثال **محصول**، **مشتری**، و **سفارش** همگی به وسیلهٔ فراگرد وارد کردن سفارش به کار رفته‌اند؛ بنابراین باید میان **محصول**، **مشتری** و **سفارش** رابطه وجود داشته باشد؛ اما ذکر انباره‌های اطلاعاتی صورتحساب و محموله ضرورتی ندارد. مدل اطلاعات در نمودار ۳ـ۴ نشان می‌دهد که **مشتری** از طریق **سفارش** با **محصول** ارتباط می‌یابد.

---

۱. نمودار جریان اطلاعات پیگیری سفارشات از جداسازی فراگرد رسیدگی به سفارشات در نمودار جریان اطلاعات پیگیری سفارش در نمودار ۱۲ـ۴ به دست آمده است و نام فراگرد به «پیگیری سفارشات» تغییر یافت. برای ساده‌سازی برخی از جریانهای اطلاعاتی نیز حذف شد.

برای تعیین اعتبار «وابستگی»ها در مدل اطلاعات، می‌توان نحوهٔ ایجاد اطلاعات در نمودار جریان اطلاعات را بررسی کرد؛ بزای مثال در فراگرد «سفارش را وارد کنید»، پیش از آنکه کارنامهٔ **سفارش** قابل ایجاد باشد، باید **شماره محصول و شماره مشتری** در پرونده سفارش ثبت شده باشد؛ بنابراین باید میان **سفارش** و **مشتری** و همچنین میان **سفارش** و **محصول** وابستگی حیاتی وجود داشته باشد.

برای استخراج ویژگیهای مدل اطلاعات، می‌توان به اطلاعاتی توجه کرد که جریانهای اطلاعاتی را در «نمودار جریان اطلاعات» ترکیب می‌کنند. برای مثال، جریان اطلاعاتی که در نگاره ۳ـ۴ ملاحظه می‌شود، گزارش ثبت سفارش است. این گزارش دوازده ویژگی را نشان می‌دهد که هرکدام درون یک موجودیت در مدل مفهومی اطلاعاتِ پیگیری سفارش، قرار داده شده‌اند (به نمودار ۱۲ـ۴ مراجعه شود).

ساختن مدل مفهومی اطلاعات

روش از بالا به پایین[1] را می‌توان برای ساختن یک مدل مفهومی اطلاعات نیز به کار برد. فراگرد نوشتن یک گزارش با تجزیه و تحلیل و تشریح اطلاعات به سبک از بالا به پایین شباهت دارد. اولین گام در نوشتن گزارش، انتخاب موضوع و تهیه فهرست مطالبی است که باید در گزارش بیاید. پس از نوشتن گزارش و کسب اطلاعات جدید درباره موضوع، تغییراتی در فهرست مطالب داده می‌شود. سپس آنقدر در گزارش تجدید نظر می‌شود که نویسنده از میزان دقت و موجز بودن آن رضایت حاصل کند. این روش ـ از بالا به پایین ـ به بهبود کیفیت نگارش گزارش نهایی کمک می‌کند.

برای ساختن مدل مفهومی اطلاعات نیز از روش مشابهی استفاده می‌شود. مراحلی که برای ساختن مدل مفهومی اطلاعات یک سیستم طی می‌شوند، عبارتند از:

۱. ساختن یک مدل مفهومی اطلاعاتِ سطح بالا؛ به‌طوری که نحوهٔ مرتبط شدن اطلاعات سیستم به سایر اطلاعات در سازمان را نشان دهد و مدل مفهومی اطلاعات را در قالب چند خرده سیستم تفکیک کند.

---

۱. رجوع کنید به رضائیان؛ *تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم*؛ ۱۳۷۶، ص ۱۹۴.

۲. ساختن مدل مفهومی اطلاعات برای هر خرده سیستم طی اقدامات زیر:

۲ـ۱ شناسایی و تعریف گروههای کلی موجودیت و روابط میان آنها؛

۲ـ۲ تعیین اعتبار موجودیتها، نشانگرها، روابط، و وابستگیها؛

۲ـ۳ قرار دادن ویژگیها (یا گروه ویژگیها) در موجودیتها؛

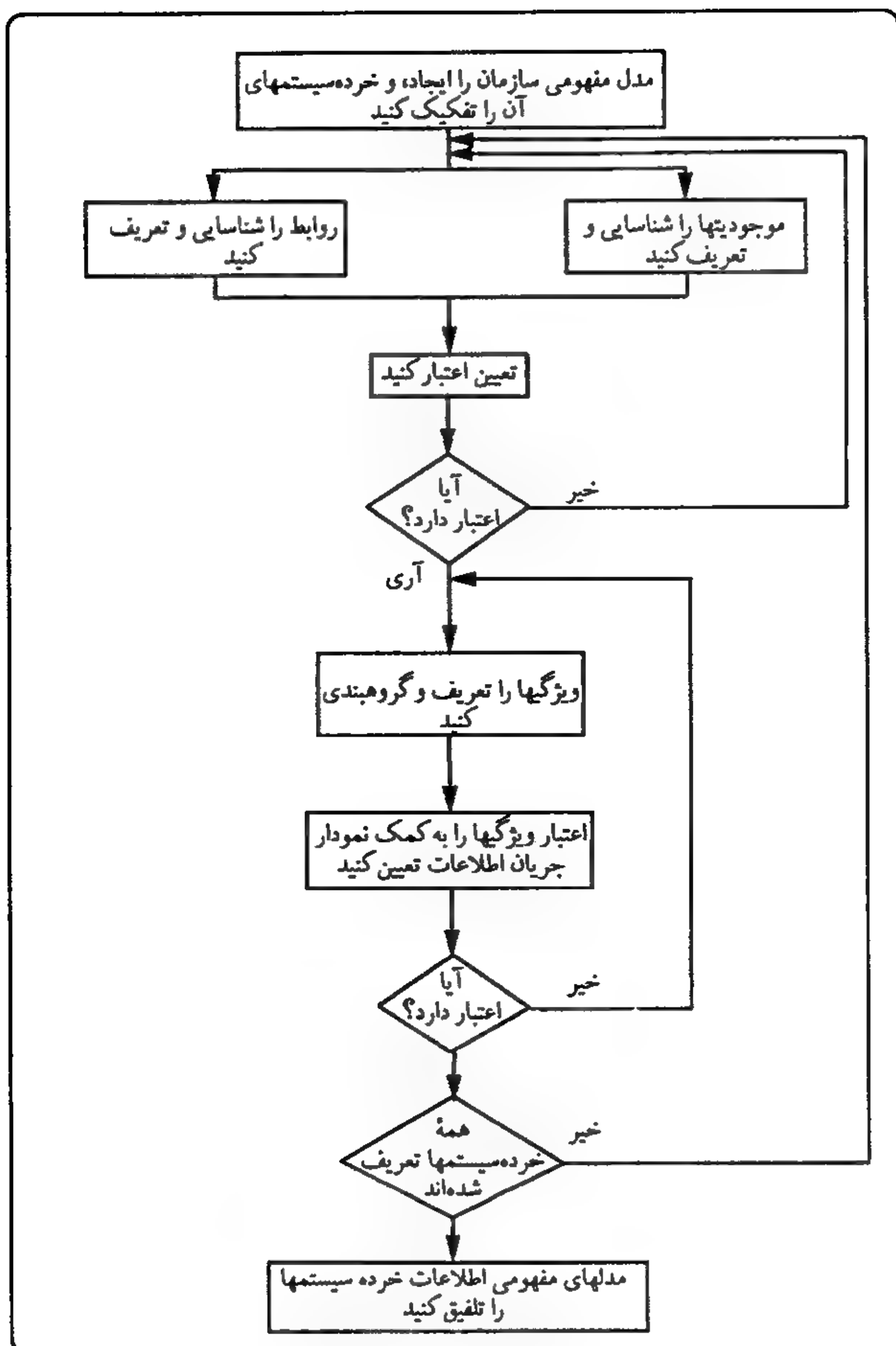
۲ـ۴ تعیین اعتبار ویژگیهای مدل مفهومی اطلاعات؛

پیگیری سفارشات ـ۱
حسابداری
مشتری
D_2 پروندهٔ مشتری
اطلاعات مربوط به مشتری
شماره مشتری
کاربرگ سفارش مشتری
گزارش ثبت‌سفارش
دسترسی به سفارش مشتری
D_3 پروندهٔ سفارش
۱/۳ ثبت سفارش را چاپ کنید
۱/۱ سفارش را وارد کنید
سابقه سفارش
شماره صورتحساب سفارش
۱/۲ صورتحساب را تهیه کنید
اطلاعات مربوط به اقلام سفارش
اطلاعات مربوط به‌محصول
اطلاعات مربوط به اقلام سفارش
اطلاعات مربوط به محصول
اطلاعات مربوط به قیمت هر واحد کالا
D_4 پروندهٔ اقلام سفارش
D_1 پروندهٔ محصول

نمودار ۴.۱۲ نمودار جریان اطلاعات «پیگیری سفارش»

نمودار ۴ـ۱۳ نمودار جریان اطلاعات سطح صفر

۳. تلفیق مدلهای مفهومی اطلاعات خرده سیستمها در مدل مفهومی اطلاعات سیستم. رویه مدلسازی اطلاعات در نمودار ۴ـ۱۴ نشان داده شده است. هنگامی که ساخت مدل کامل شد، چیزهایی نظیر مدل مفهومی اطلاعات، ذخیره طراحی (شامل نام و تعریف هر شیء در مدل مفهومی اطلاعات)، و فهرستی از مفروضات به کار رفته برای ساختن مدل مفهومی اطلاعات قابل ارائه خواهند بود.



نمودار ۴ـ۱۴ رویه مدلسازی اطلاعات

رعایت روشهای زیر، ساختن مدل را به‌طور قابل ملاحظه‌ای ساده می‌کند:

۱. آغاز کردن از موجودیت مرکزی؛

۲. استفاده از دستورالعملها.

حضور «موجودیت مرکزی» تعریف روابط میان سایر موجودیتها در مدل اطلاعات را آسانتر می‌سازد. یک «دستورالعمل» مستنداتی ارائه می‌کند که می‌تواند برای تعیین اعتبار مدل اطلاعات به‌کار گرفته شود. برای مثال یک دستورالعمل برای مدل مفهومی اطلاعات سیستم پیگیری سفارش، می‌تواند این جمله باشد: «از آقای جواد اکبری بپرسید که آیا مشتریان می‌توانند به‌طور مشترک یک سفارش بدهند». به هرحال به خاطر داشته باشید که باید حتی‌المقدور در زمان تدوین مفروضات، نظر کاربر را دربارهٔ آنها جویا شوید[1].

پرسشها

۱. کارکرد «مدلسازی مفهومی اطلاعات» چیست؟

۲. چرا نمی‌توان براساس «نمودار جریان اطلاعات» پایگاه اطلاعاتی ایجاد کرد؟

۳. چرا پایگاه اطلاعاتی مبتنی بر «مدلسازی مفهومی اطلاعات» با نیازهای سازمان بیشتر انطباق دارد؟

۴. چه گامهایی را برای «مدلسازی مفهومی اطلاعات» باید برداشت؟

۵. «ساخته»های مورد نیاز برای «مدلسازی مفهومی اطلاعات» چیست؟

۶. چه گامهایی برای ایجاد هر «ساخته» باید برداشته شود؟

۷. موجودیت را تعریف کنید.

۸. چرا موجودیتها با اسامی مفرد نامگذاری می‌شوند؟

۹. چرا مصادیق در «مدلسازی مفهومی اطلاعات» ذکر نمی‌شوند؟

۱۰. «ویژگی» چیست؟

۱۱. خصوصیات فنی هر «ویژگی» شامل چه مواردی است؟

---

۱. رجوع کنید به رضائیان؛ تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم؛ ۱۳۷۶، ص ۲۱۲ـ۲۰۷.

۱۲. نام هر «ویژگی» دارای چه ترکیبی است؟
۱۳. «ویژگیهای استخراج شده» چه کاربردی دارند؟
۱۴. «رابطه» چگونه نشان داده می‌شود؟
۱۵. «مقدار» رابطه چگونه تعیین می‌شود؟
۱۶. مقدار رابطه میان «موجودیت تقاطعی» و هریک از موجودیتهای وابسته چیست؟
۱۷. «موجودیت تقاطعی» در چه صورت ایجاد می‌شود؟
۱۸. ویژگی و نشانگر با هم چه تفاوتی دارند؟
۱۹. در چه صورت «وابستگی نشانگر» ایجاد می‌شود؟
۲۰. ساخته «نقش» چه چیزی را نشان می‌دهد؟
۲۱. قواعد ساختن «نقش» را بنویسید.
۲۲. برای نشان دادن «رابطه» در نمودار «رابطه: موجودیت» چگونه عمل می‌شود؟
۲۳. برای تعیین اعتبار «مدل مفهومی اطلاعات» چه باید کرد؟
۲۴. چه روشهایی می‌توانند به ساده کردن مدل اطلاعات کمک کنند؟

واژه‌ها و مفاهیم مهم

مدل	موجودیت	نشانگر	وابستگی نشانگر
داده	ویژگی	نقش	فن
مفهوم	رابطه	موجودیت تقاطعی	تشریح
ساخته	مقدار رابطه	وابستگی حیاتی	تحلیل

تمرینها

۱. با توجه به مدل اطلاعات داروخانه (نمودار ۷ ضمیمه) و فهرست فروش روزانه دارو در داروخانه (نگاره ۵ـ۴) موارد ذیل را کامل کنید:

الف) تمام ویژگیهای موجودیت نسخه را فهرست کنید.

ب) تمام نشانگرهای موجودیت نسخه را فهرست کنید.

ج) مقدار رابطه میان موجودیت **داروساز** و موجودیت **نسخه** چیست؟

د) آیا **مارک.دارو** یک موجودیت یا یک رابطه است؟ پاسخ تشریحی دهید.

هـ) یک نمونه از موجودیت **دارو** را ذکر کنید.

و) ارزش ویژگی **تاریخ.نسخه** را معین کنید.

شماره	بیمار	H/W	پزشک	داروساز	دارو	مارک
۰۸۷۹۳	رضا اکبری	H بیمارستان	حمید بینا	اکبر جوادی	وایامیسین	وایام‌پلاس
۰۸۷۹۴	مینا داودی	خدمات W اجتماعی	پروانه شیرازی	اختر تبریزی	وراسیلین	وراسیلین
۰۸۷۹۵	علی اصفهانی	بیمارستان	اصغر دانا	عیسی داوری	میروجسیک	میروپلاس
۰۸۷۹۶	مرتضی متقیان	بیمارستان	مصطفی همدانی	موسی روشن	مالاتال	مالاتال
۰۸۷۹۷	مجید رضائی	بیمارستان	حمید اولیائی	امیر طاهری	بُرزی‌مین	سب.برومو
۰۸۷۹۸	قاسم مشهدی	بیمارستان	سالم اهوازی	کریم یوسفی	لپروسیل	لپروسیل
۰۸۷۹۹	تقی صابری	خدمات اجتماعی	جواد توانا	طوبی رازی	بُرزی‌مین	مگابرومو

نگاره ۴.۵ فهرست فروش روزانه دارو

۲. با توجه به مدل اطلاعات نمودار (۴ـ۱۵) موارد ذیل را کامل کنید.

الف) تمام موجودیتهای مدل اطلاعات را فهرست کنید.

ب) تمام ویژگیهای مدل اطلاعات را فهرست کنید.

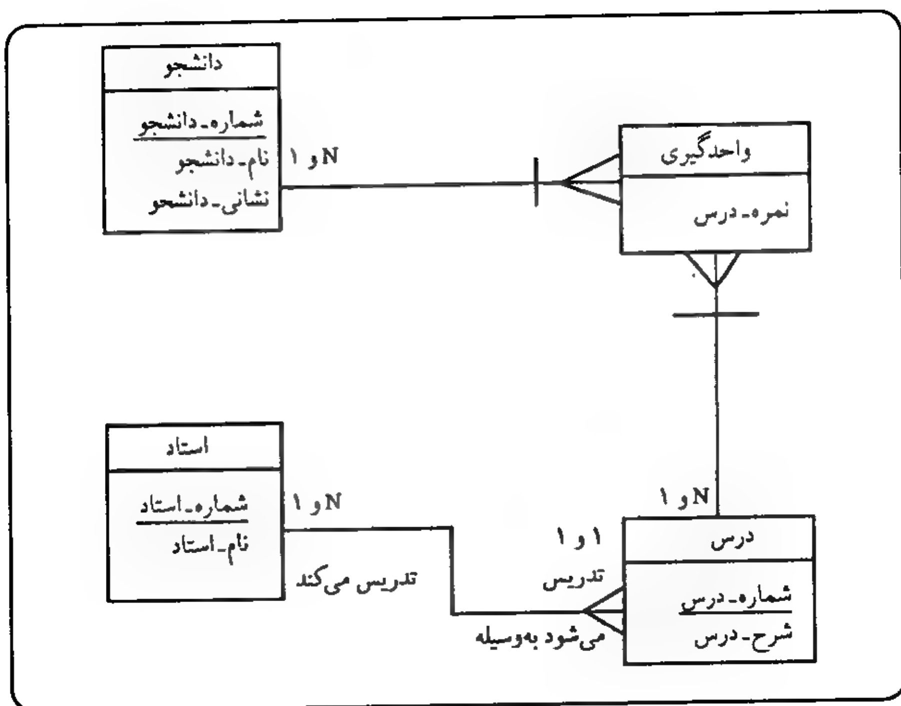
ج) تمام نشانگرهای مدل اطلاعات را فهرست کنید.

د) تمام روابط در مدل اطلاعات و مقدار آنها را فهرست کنید.

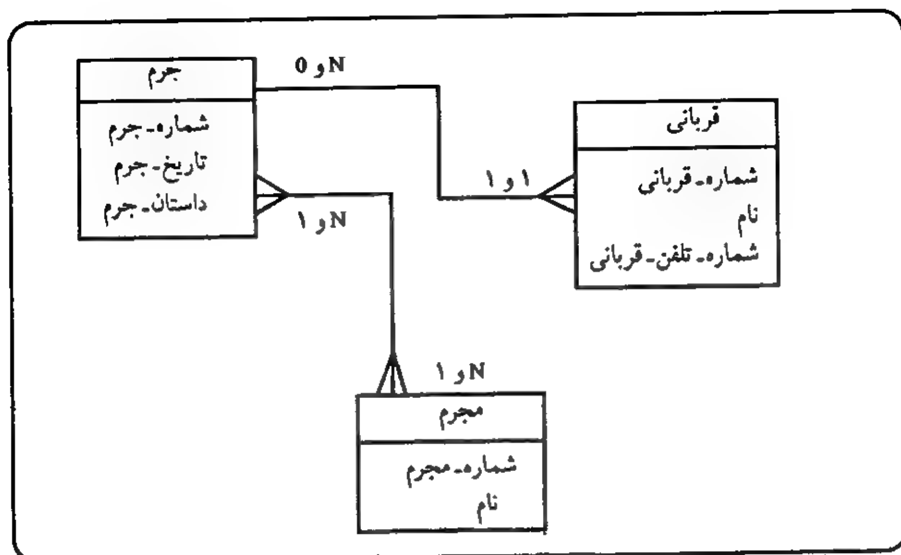
هـ) تمام وابستگیهای حیاتی در مدل اطلاعات را فهرست کنید.

۳. مدل اطلاعات داروخانه (نمودار ۷ ضمیمه) را با استفاده از علایم «رابطه.موجودیت» ترسیم کنید.

۴. تمام خطاها در مدل اطلاعات (نمودار ۴ـ۱۶) را فهرست کنید.



نمودار ۴-۱۵ سیستم انتخاب واحد

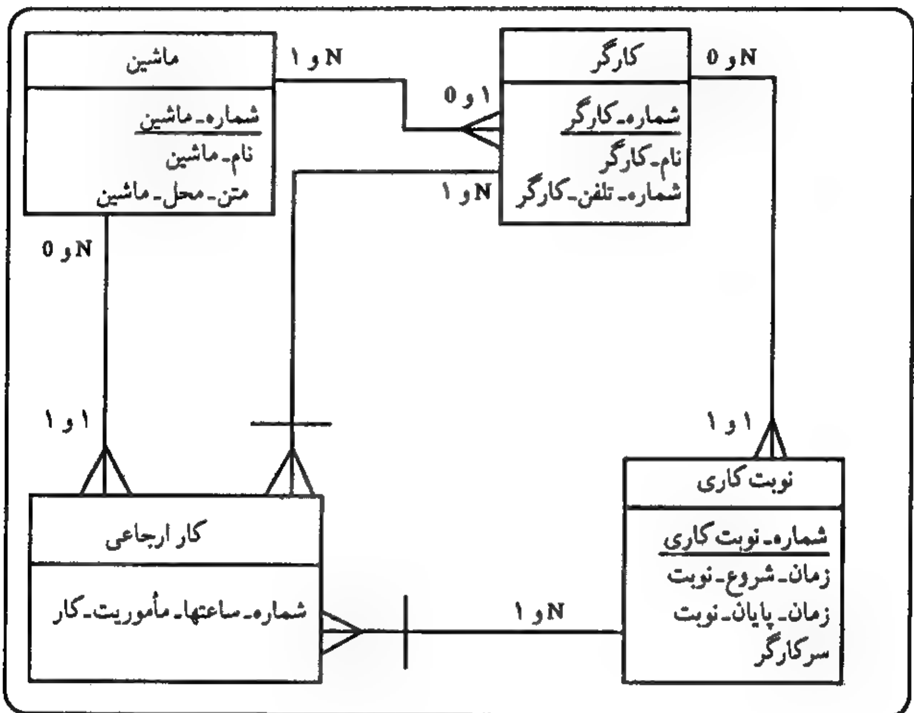


نمودار ۴-۱۶ سیستم رسیدگی به جرایم

۵. تمام خطاها در مدل اطلاعات نمودار ۴ـ۱۷ را فهرست کنید.

۶. شرحی برای مدل اطلاعات در تمرین ۴ بنویسید. دربارهٔ هریک از ساخته‌های (موجودیت، ویژگی، نشانگر، رابطه و وابستگی) در مدل اطلاعات چیزی بنویسید.

۷. شرحی برای مدل اطلاعات تمرین ۵ بنویسید.



نمودار ۴ـ۱۷ سیستم

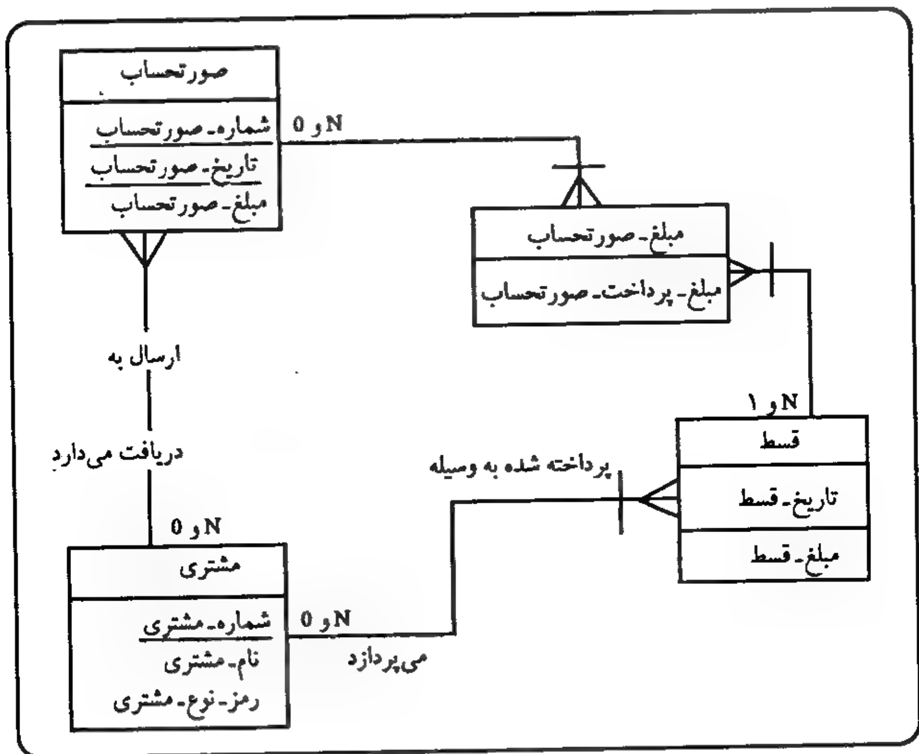
۸. پرسشهایی طرح کنید که به ترتیب بتوانید اعتبار مدل اطلاعات نمودار ۴ـ۱۸ را معین کنید.

۹. ویژگیهای زیر را نامگذاری کنید (هر نامی را که بیش از سی‌ویک حرف می‌شود به‌طور خلاصه بنویسید).

الف) مبلغی که برای دارو باید پرداخت شود.

ب) تعداد نسخه‌هایی که هر داروساز در هر سال می‌پیچد.

ج) تلفن منزل پزشک
د) تاریخ تولد بیمار
ه) طبقهٔ پاره فرهنگ بیمار
و) شمارهٔ شناسایی پزشک



نمودار ۴.۱۸ سیستم پرداخت قسط

۱۰. فرض کنید که ویژگی رمز-نوع-بیمار در مدل اطلاعات داروخانه در نمودار ۷ ضمیمه بتواند یکی از دو حالت بیمارستان یا خدمات رفاهی داشته باشد.

الف) چگونه می‌توان تعریف رمز-نوع-بیمار را تغییر داد تا شامل کسی نیز بشود که هر دو حالت بیمار بیمارستان بودن و بیمار خدمات رفاهی را دارد. چرا چنین تغییری می‌تواند ضروری باشد؟

ب) فرض کنید که گزارش خدمات رفاهی به‌طور ماهانه هر نسخه‌ای را که برای بیماران خدمات رفاهی صادر می‌شود فهرست کند (نمودار ۱ ضمیمه). در صورتی که تعریف جدید رمز ـ نوع ـ بیمار به کار گرفته شود مدل می‌تواند اطلاعات درست برای گزارش ارائه دهد؟ پاسخ تشریحی بدهید.

ج) در صورتی که بیمار هر دو ویژگی بیمار خدمات رفاهی و بیمار معمول بیمارستان بودن را داشته باشد مدل اطلاعات را به گونه‌ای تغییر دهید که اطلاعات درست برای گزارش ماهانه خدمات رفاهی ارائه دهد. پیشفرضهای خود برای ترسیم مدل جدید را بیان کنید.

۱۱. چگونگی حمایت مدل اطلاعات داروخانه (نمودار ۷ ضمیمه) از تولید گزارش تأمین کننده را که در نگارهٔ ۳ ضمیمه نشان داده شده است تشریح کنید.

۱۲. در مدل اطلاعات داروخانه، مقدار رابطه میان دارو ـ تأمین کننده چند به چند است؟ فرض کنید که داروخانه یک تأمین کننده را به عنوان تأمین کننده اصلی دارو در نظر گرفته ولی در صورت ضرورت از سایر تأمین کنندگان نیز استفاده خواهد کرد. مدل اطلاعات داروخانه را به گونه‌ای تغییر دهید که این واقعیت را نشان دهد. هر موجودیت یا رابطه جدیدی را که ایجاد می‌کنید تعریف نمایید و پیشفرضهای احتمالی خود را برای ترسیم مدل جدید بیان کنید.

فصل پنجم

طراحی پایگاه داده‌ای

درآمدی بر طراحی پایگاه داده‌ای (اطلاعاتی)

مدل مفهومی اطلاعات (داده) که در فصل پیشین معرفی شد، نیازهای اطلاعاتی یک سیستم اطلاعاتی را تشریح می‌کند. به هرحال مدل مفهومی اطلاعات توصیف ناقصی از پایگاه اطلاعاتی است. تشریح کامل پایگاه اطلاعاتی باید با قواعد ساختارهای منطقی و فیزیکی اطلاعات که به وسیله سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی معین می‌شود سازگار باشد.

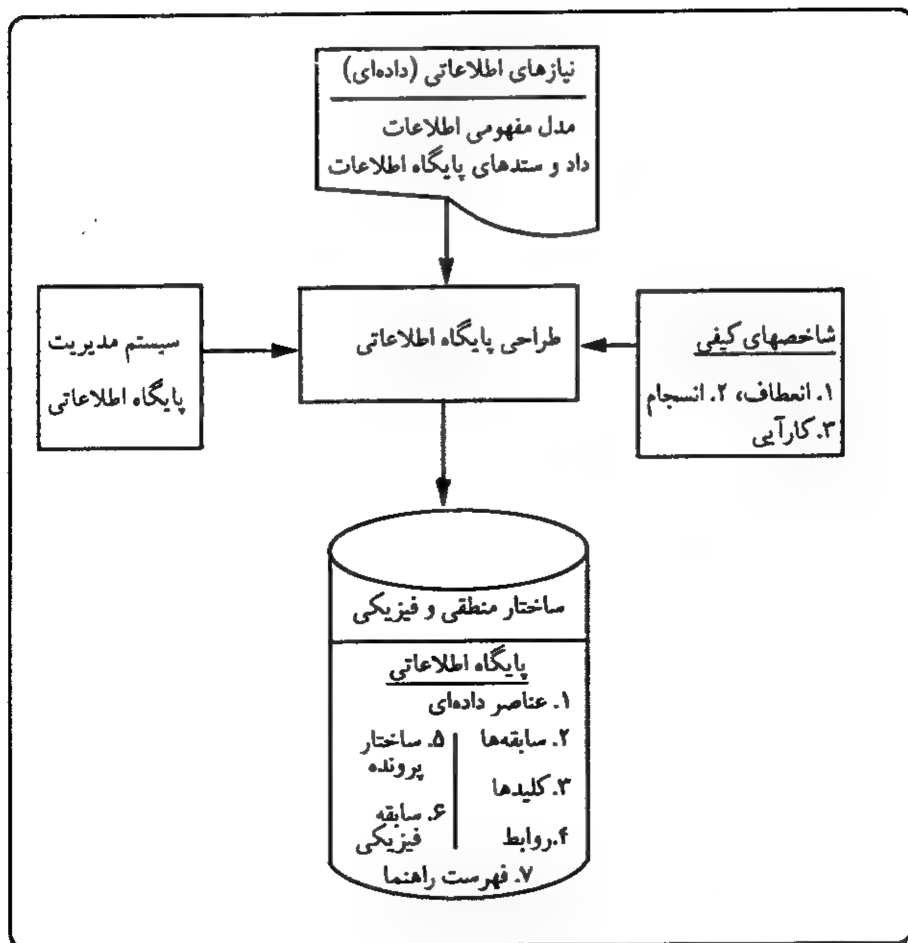
طراحی پایگاه داده‌ای را می‌توان به صورت فراگردی سه‌مرحله‌ای در نظر گرفت. مرحلهٔ اول مدلسازی مفهومی اطلاعات که در فصل پیش ارائه شد. مرحله دوم طراحی منطقی پایگاه اطلاعاتی است که مدل مفهومی اطلاعات را به توصیف منطقی اطلاعات به کار رفته به وسیله یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی، تبدیل می‌کند (سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات). مرحله سوم طراحی فیزیکی پایگاه اطلاعاتی است که توصیف منطقی را به مدل فیزیکی مبدل می‌سازد و مدل فیزیکی چگونگی سازماندهی پایگاه اطلاعاتی بر روی ابزارهای ذخیره‌سازی ثانوی و نحوهٔ دسترسی به آنها را تشریح می‌کند.

اگر برای یک لحظه دربارهٔ چگونگی سازماندهی کتابخانه بیندیشید طراحی مفهومی، منطقی و فیزیکی پایگاه اطلاعاتی را بهتر خواهید شناخت. از نظر مفهومی یک کتابخانه شامل موجودیتهایی مانند کتاب و نشریه‌های ادواری است که به وسیله کاربران کتابخانه آنها را مطالعه می‌کنند یا به امانت گرفته می‌شود. از نظر منطقی کتابها و

نشریه‌های ادواری در برگه‌دان به‌طور موضوعی و برحسب نویسنده سازمان می‌یابد. سازماندهی منطقی کتابخانه به کاربران آن کمک می‌کند تاکتاب و نشریهٔ مورد نیاز خود را پیدا کنند. سازماندهی فیزیکی، محل فیزیکی کتابها و نشریه‌ها یعنی اتاق و قفسه مربوط به آنها را در ساختمان کتابخانه معین می‌سازد. کاربران کتابخانه، با استفاده از دو فهرست راهنما کتابها را پیدا می‌کنند. نخستین فهرست راهنما، به‌طور معمول براساس عدد اعشاری دیوئی است که بر روی هر برگه یافت می‌شود. فهرست دوم ناحیه‌ای از کتابخانه را که کتابها براساس اعداد اعشاری دیوئی در فواصل معینی یافت می‌شوند، نشان می‌دهد. محتویات کتابخانه از نظر فیزیکی به گونه‌ای سازماندهی می‌شود که کتابداران و کاربران کتابخانه به سهولت بتوانند به آنها دسترسی داشته باشند. برای مثال کتابهای مرجع که بارها مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً در محلی در طبقه همکف نزدیک به در ورودی اصلی کتابخانه قرار داده می‌شوند.

بُعد چالشی سازماندهی محتویات کتابخانه در طراحی منطقی و فیزیکی کتابها و نشریه‌های ادواری به گونه‌ای است که منعطف (با نیازهای درحال تغییر امانت‌گیرندگان کتاب سازگار باشد)، قابل کنترل (حفاظت در برابر دزدی و جابه‌جا شدن کتابها)، و کارآ (به حداقل رساندن زمان برای کاربران در یافتن و امانت گرفتن آنها) باشد. طراحی پایگاه اطلاعاتی نیز چالشهای مشابهی را دربردارد. نمودار ۱ـ۵ ورودیها و خروجیها را در طراحی پایگاه اطلاعاتی نشان می‌دهد (دیویس و السون، ۱۹۸۵، ص ۵۱۱؛ جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۲۵). طراحی کامل پایگاه اطلاعات، مستلزم تشریح ساختارهای منطقی و فیزیکی داده‌های قابل ذخیره در پایگاه اطلاعاتی است. شاخصهای کیفیت پایگاه اطلاعاتی یعنی انعطاف، انسجام و کارآیی، فراگرد تبدیل «مدل مفهومی اطلاعات» به «طراحی پایگاه اطلاعاتی» را هدایت می‌کنند. در حین طراحی مدل منطقی و فیزیکی پایگاه اطلاعاتی موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

۱. انعطاف پایگاه اطلاعاتی با توجه به تغییرات آتی در آن،
۲. تدابیر کنترلی برای حفاظت از انسجام داده‌ها در پایگاه اطلاعاتی،
۳. کارآیی سیستم بهنگام‌سازی و بازیابی داده‌ها،



نمودار ۵.۱ طراحی پایگاه اطلاعاتی

۴. کارآیی چگونگی استفاده از ظرفیتهای ابزارهای ذخیره‌سازی خارجی.

شاخص انعطاف به میزان هزینه ایجاد تغییر در پایگاه اطلاعاتی به‌هنگام افزودن یا تغییر دادن گزارشها و صفحات اشاره دارد. شاخص انسجام، هزینهٔ داده‌های از بین رفته، ناصحیح و تخطی از محرمانه بودن را در نظر می‌گیرد و شاخص کارآیی هزینه‌های انبارداری (ذخیره‌سازی) پایگاه اطلاعاتی و مدت زمان به‌هنگام‌سازی و بازیابی اطلاعات از پایگاه اطلاعاتی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (اواد، ۱۹۸۸، ص ۱۶۷).

طراحی پایگاه اطلاعاتی مستلزم شناخت موارد ذیل است:

۱. ساختارهای منطقی و فیزیکی اطلاعات (داده‌ها)،

۲. شاخصهایی که تبدیل مدل مفهومی اطلاعات به ساختارهای منطقی و فیزیکی به کار رفته در سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی را هدایت کند،

۳. روشی برای طراحی پایگاه اطلاعاتی با استفاده از ساختارها و رهنمودها (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۳۲).

اکنون مروری کلی بر ساختارها، اصول و روشهای طراحی پایگاه اطلاعاتی با استفاده از قضیهٔ شرکت پخش عدالت‌گستر صورت می‌پذیرد.

طراحی پایگاه اطلاعاتی برای شرکت پخش عدالت‌گستر

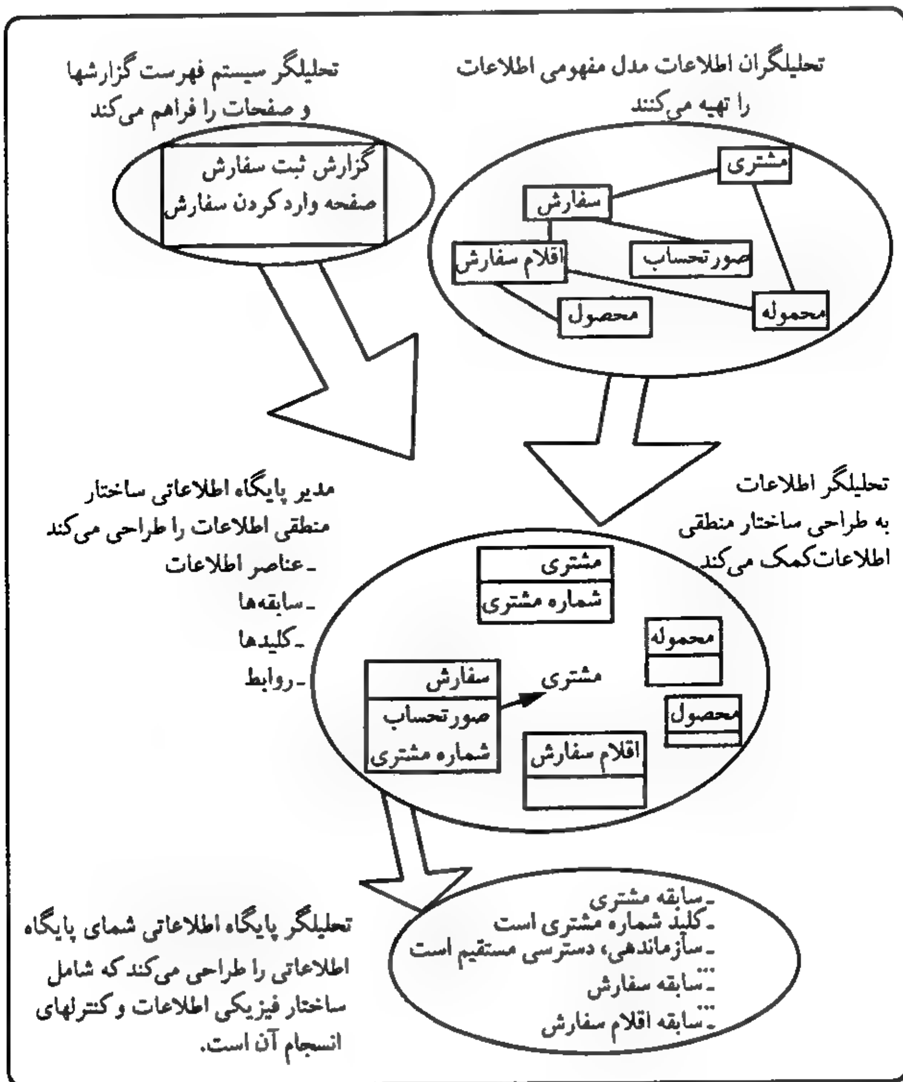
آقای نادری مدیر پایگاه اطلاعاتی و آقای منصوری تحلیلگر سیستم در شرکت عدالت‌گستر پایگاه اطلاعاتی برای سیستم پیگیری سفارشات این شرکت طراحی می‌کنند. فراگردی را که آنان طی می‌کنند در نمودار ۲-۵ نشان داده شده و از سمت راست آغاز می‌گردد:

آقایان نادری و منصوری به عنوان نخستین گام، در طراحی پایگاه اطلاعاتی مدل مفهومی اطلاعات را به ساختار منطقی اطلاعات تبدیل می‌کنند (نمودار ۳-۵) به گونه‌ای که با قواعد «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» برای استقرار پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای سازگار باشد. در ضمن این مرحله، «موجودیتها» به «سابقه‌ها»[1]؛ «ویژگیها» به «عناصر اطلاعاتی»[2]؛ «نشانگر»ها به «کلیدها»[3] و «روابط» میان موجودیتها به «روابط» میان سابقه‌ها تبدیل می‌شوند (برای مثال نشان‌دهنده‌ها و کلیدهای خارجی ایجاد می‌شوند). پس از این گام، آقایان نادری و منصوری جدول دستیابی به اطلاعات را ایجاد می‌کنند (نگاره ۱-۵) که حساسترین بازیابیها و «بهنگام کردن»های اطلاعات را مستندسازی

---

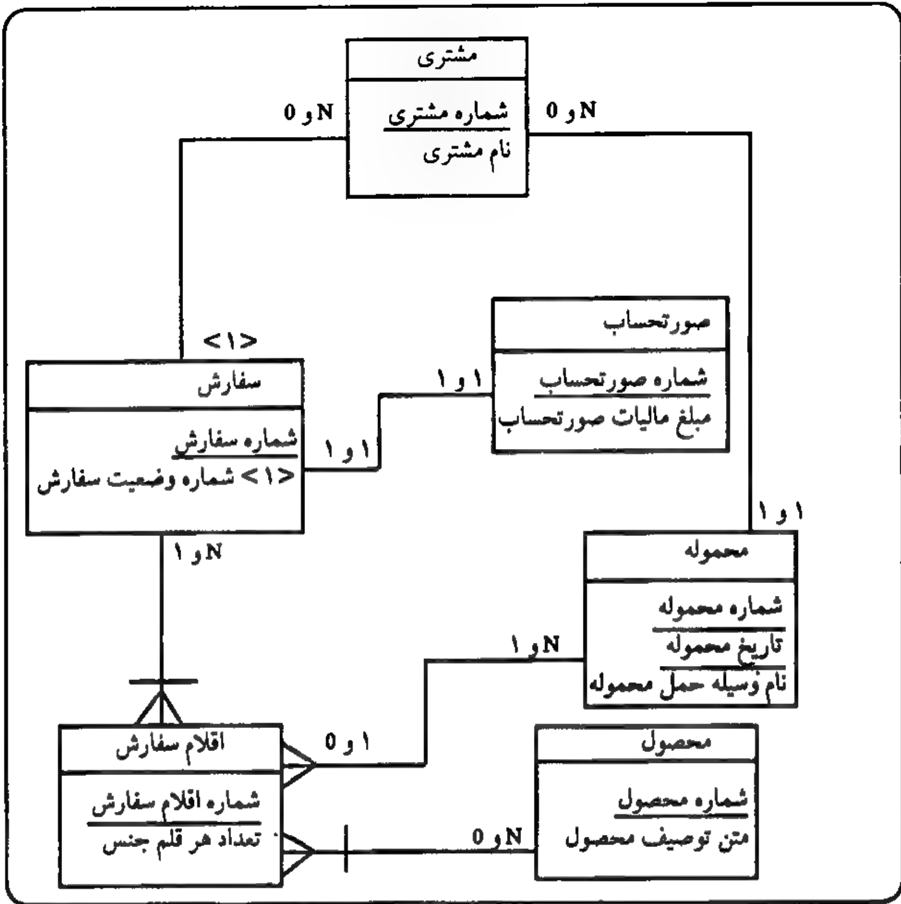
1. records 2. data elements 3. keys

می‌کند (بدین معنی که گزارشها[1] و صفحات نمایش[2] که زمان پاسخ سریع از پایگاه اطلاعاتی و برگشت به آن را می‌طلبند مستند می‌کند).



نمودار ۵.۲ مروری کلی بر گامهای طراحی پایگاه اطلاعاتی

1. reports
2. screens



نمودار ۵.۳ مدل مفهومی اطلاعات شرکت عدالت‌گستر

«بهنگام کردن»ها و «بازیابیها» را داد و ستدهای پایگاه اطلاعاتی می‌نامند، زیرا آنها تبادل اطلاعات با پایگاه اطلاعاتی را دربردارند. بعلاوه، تعداد مصادیق[1] مورد انتظار برای هر سابقه نیز مستندسازی می‌شود. برای مثال براساس تعداد مشتریانی که شرکت عدالت‌گستر دارد آقایان منصوری و نادری انتظار ۱۰۰۰۰ مصداق از «مشتری» را دارند. اطلاعات جدول دستیابی به اطلاعات به طراح کمک می‌کند تا یک «ساختار

1. instances

منطقی اطلاعات» که دستیابی به پایگاه اطلاعاتی را به کارآترین وجه ممکن سازد ایجاد کند. تعداد مصادیق هر «سابقه» برای تعیین تعداد سابقه‌هایی که مورد بازیابی قرار گرفته یا بهنگام شده‌است مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین برای محاسبه فضای مورد نیاز برای نگهداری آنها در پایگاه اطلاعاتی از بخش ابزارهای خارجی ذخیره‌سازی استفاده می‌شود. آقای نادری با استفاده از ساختار منطقی به عنوان راهنمای عمل در ایجاد ساختار فیزیکی اطلاعات: شامل «سابقه‌ها»، «سازمان پرونده» و «فهرست»ها می‌کوشد کارآیی پایگاه اطلاعاتی را افزایش دهد.

داد و ستد						
اولویت	نام	اقلام	موجودیتهای قابل دسترسی	کلید دسترسی	چرخه	فعالیت*
۱	سفارش ثبت گزارش	بازیابی " " " "	صورتحساب سفارش اقلام سفارش مشتری محصول	شماره صورتحساب	روزانه	۱۰۰٪
۲	سفارش ورود صفحه	بهنگام کردن " بازیابی "	سفارش اقلام سفارش محصول مشتری	شماره سفارش	روزانه	—
۳	صورتحساب ورود صفحه	بهنگام کردن بازیابی	صورتحساب سفارش	شماره صورتحساب	روزانه	—

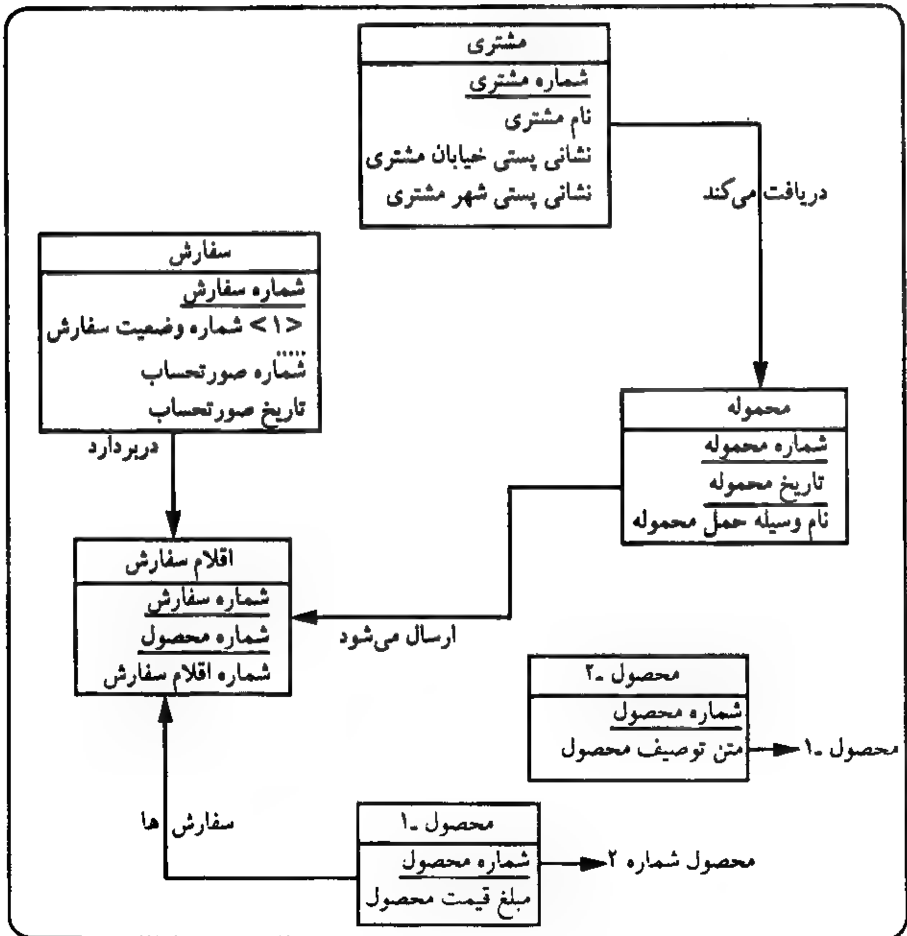
* درصد مصادیق «سابقه» به‌وسیله دسترسی به اطلاعات انتخاب می‌شود.

نگاره ۵ـ۱ جدول دسترسی به اطلاعات برای شرکت عدالت‌گستر

پس از آنکه ساختارهای منطقی و فیزیکی اطلاعات معین شدند در خلاصه‌ای[1] که به «زبان توصیف اطلاعات»[2] سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نوشته می‌شود

1. schema 2. data description language

تشریح می‌شوند. به عنوان آخرین گام، کنترلهایی نظیر رمز عبور[1] و پرونده‌های[2] پشتیبانی و بازسازی[3] به آنها افزوده می‌شود تا از انسجام اطلاعات در پایگاه اطلاعاتی اطمینان حاصل شود. نمودار ۴ـ۵ ساختار منطقی اطلاعات نهایی شده را نشان می‌دهد. خلاصه پایگاه اطلاعاتی که ساختارهای فیزیکی و منطقی اطلاعات را برای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر تشریح می‌کند در نمودار ۵ـ۵ آمده است.



نمودار ۴ـ۵ ساختار منطقی اطلاعات پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

---

1. passwords 2. back-up 3. recovery

نام خلاصه پایگاه اطلاعاتی، «عدالت‌گستر» است.

نام سابقه «مشتری» است.

وضعیت مکان: با استفاده از شماره- مشتری معین شود.

۰۲ شماره- مشتری نوع ویژگی عدد (۱۰)

۰۲ نام- مشتری نوع ویژگی حرف (۴۰)

نوع ویژگی حرف (۴۰)

۰۲ نشانی- پستی- خیابان- مشتری نوع ویژگی حرف (۱۵)

۰۲ نشانی- پستی- شهر- مشتری نوع ویژگی حرف (۲)

۰۲ نشانی- پستی- ایالت- مشتری نوع ویژگی عدد (۹)

۰۲ نشانی- پستی- کدپستی- مشتری

نام سابقه «سفارش» است.

وضعیت مکان: با استفاده از شماره- سفارش معین شود.

۰۲ شماره - سفارش نوع ویژگی عدد (۱۰)

۰۲ شماره- موقعیت- سفارش نوع ویژگی عدد (۱۰)

۰۲ شماره- مشتری نوع ویژگی عدد (۱۰)

۰۲ کد- اعتبار- سفارش نوع ویژگی عدد (۲)

۰۲ کد- شاخص- قیمت‌گذاری- سفارش عدد (۲)

۰۲ کد- اولویت- رسیدگی- به سفارش عدد (۲)

۰۲ تاریخ- سفارش نوع ویژگی عدد (۸)

۰۲ شماره- صورتحساب نوع ویژگی عدد (۱۰)

۰۲ تاریخ- صورتحساب نوع ویژگی عدد (۸)

۰۲ مبلغ- مالیات- صورتحساب نوع‌ویژگی اعشاری (۱۰.۲)

نام سابقه «اقلام- سفارش» است.

وضعیت مکان: از طریق نام تعیین شده: دربردارد، معین شود.

۰۲ شماره- محصول نوع ویژگی عدد (۱۰)

نام مجموعه «دریافت می‌دارد» است.

سبک «زنجیره‌ای» است.

بعد نوبت «سفارش» است.

مالک «مشتری» است.

عضو «ارسال خودکار محموله» است.

انتخاب تناوب مجموعه «از طریق جریان ذیل» است.

نام مجموعه «دربر دارد» است.

سبک «زنجیره‌ای» است.

بعد نوبت «سفارش» است.

مالک «سفارش» است.

عضو «اقلام- سفارش ثابت و خودکار» است.

انتخاب تناوب مجموعه «از طریق جریان ذیل» است.

نام مجموعه «سفارش می‌دهد» است.

سبک «زنجیره‌ای» است.

بعد نوبت «سفارش» است.

مالک «محصول- ۲» است.

عضو «اقلام- سفارش ثابت و خودکار» است.

انتخاب تناوب «از طریق جریان ذیل» است.

نام مجموعه «ارسال شد» است.

سبک «زنجیره‌ای» است.

بعد نوبت «سفارش» است.

مالک «محموله» است.

۰۲ شماره_سفارش | نوع ویژگی عدد (۱۰) | عضو «اقلام_سفارش، انتخابی و دستی» است.
۰۲ شماره_اقلام_سفارش | نوع ویژگی عدد (۴) | انتخاب تناوب «از طریق جریان ذیل» است.
۰۲ شماره_مقدار_اقلام_سفارش | نوع ویژگی عدد (۹)
۰۲ شماره برگشتی اقلام سفارش | نوع ویژگی عدد (۹) | نام مجموعه «فهرست صورتحساب» است.
۰۲ مبلغ قیمت اقلام سفارش | نوع ویژگی اعشاری (۱۰.۲) سبک «فهرست‌شده» است.

نام سابقه «محصول ـ۱» است. | سفارش «طبقه‌بندی» شده است.
در محدودهٔ محصول ـ۱ | مالک «سیستم» است.
وضعیت مکان: از طریق شماره_محصول معین شود. | عضو «سفارش» است.
وضعیت فهرست «کلید پایگاه‌اطلاعاتی» خودکار است.

۰۲ شماره_محصول | نوع ویژگی عدد (۱۰) | الزامی، خودکار
۰۲ مبلغ_قیمت_محصول | نوع ویژگی اعشاری (۱۰.۲) کلید صعودی «شماره صورتحساب» است.
۰۲ شماره_مقدار_محصول_ارسالی_از اول سال_تا این تاریخ* عدد (۱۰) | کپی مجاز نیست.

نام سابقه «محصول ـ۲» است.
وضعیت مکان: از طریق شماره_محصول معین شود.
۰۲ شماره_محصول | نوع ویژگی عدد (۱۰)
۰۲ متن_شرح_محصول | نوع ویژگی حرف (۴۰)

نام سابقه «محموله» است.
وضعیت مکان: از طریق شماره_محموله و تاریخ_محموله معین شود.
۰۲ شماره_محموله | نوع ویژگی عدد (۱۰)
۰۲ تاریخ_محموله | نوع ویژگی عدد (۸)
۰۲ نام_وسیله_حمل کننده_محموله است. | نوع ویژگی حرف (۴۰)

* برخی از نامهای عناصر اطلاعاتی که در نمودارهای ۵ـ۴ و ۵ـ۵ خلاصه شده نام ویژگیهای نمودار ۵ـ۳ است. نام ویژگیها اغلب باید کوتاه شود تا با محدودیتهای تحمیلی «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» از نظر طول نام عناصر اطلاعاتی برحسب بیت سازگار شود.

نمودار ۵ـ۵ خلاصه پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

«ساخته»های طراحی منطقی پایگاه اطلاعاتی

«ساخته»های طراحی، ساختار منطقی و فیزیکی اطلاعات یک پایگاه اطلاعاتی را تشریح می‌کند. ساختار منطقی اطلاعات از چهار ساخته تشکیل می‌شود: ۱) عناصر اطلاعات، ۲) سابقه‌های منطقی، ۳) کلیدها و ۴) روابط. برای هر «ساخته» مدل منطقی ساختار اطلاعات اقدامهای ذیل باید صورت پذیرد:

۱. معرفی نشانه‌ای برای نمایش «ساخته» در مدل،

۲. تعریف «ساخته»،

۳. ترسیم «ساخته» نظیر نمونه‌ای از مدل مفهومی اطلاعات «سیستم پیگیری سفارش» در نمودار ۳ـ۵، ساختار منطقی اطلاعات در نمودار ۴ـ۵ و خلاصه پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر در نمودار ۵ـ۵ نشان داده شود،

۴. تشریح تصمیماتی که برای تبدیل «مدل مفهومی اطلاعات» به «ساختار منطقی پایگاه اطلاعاتی» باید گرفته شود (آلتر، ۱۹۹۲، ص ۲۹۴؛ جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۳۱).

عناصر اطلاعات[1] (داده)

هر نامی در هر خانه پردازش بیانگر «یک قلم» اطلاعات است (به نمودار ۶ـ۵ مراجعه شود). هر عنصر اطلاعات نشان دهندهٔ کوچکترین واحد اطلاعات برای تعریف «داده» است. عناصر اطلاعات اغلب «فضای اختصاص یافته به یک عنصر اطلاعات»[2] نامیده می‌شود. فضای اختصاص یافته، به ویژگی، ویژگی استخراجی، یا نشانگرها در یک مدل مفهوم اطلاعات مربوط می‌شود. برای مثال در نمودار ۴ـ۵، «نام مشتری»، «شماره مشتری»، «تعداد مقدار ـ تا این تاریخ از سال ـ محصول*»، عناصر اطلاعات را تشکیل می‌دهند. عناصر اطلاعات استخراجی با ستاره‌ای (*) که بعد از نام آن عنصر اطلاعات گذاشته می‌شود مشخص می‌گردد. هر طراح باید دو تصمیم درباره طراحی عناصر اطلاعات بگیرد:

---

1. data elements
2. data fields

۱. آیا یک ویژگی استخراجی را به عنوان یک قلم «داده» ذخیره کند یا حاصل آن را محاسبه کرده و نتیجه را ذخیره نماید؟

۲. آیا فضای مورد نیاز یک ویژگی را فشرده کند یا خیر؟ بسته‌بندی عددی اقلام اطلاعات موجب نصف شدن فضای مورد نیاز برای ذخیره کردن هر قلم اطلاعات روی دیسک می‌شود (لودان و لودان، ۱۹۹۹، ص ۲۰۷).

الف:

عنصر اطلاعات

نام مشتری

ب:

سابقه

مشتری

ج:

سابقه
کلید

مشتری
شماره مشتری

د:

سابقه
کلید
<۱> کلید
<۱> کلید

مشتری
شماره سفارش
<۱> شماره مشتری
<۱> شماره وضعیت سفارش

نمودار ۵.۶ ساخته‌های مدل منطقی اطلاعات

سابقه

یک خانهٔ دارای نام بیانگر یک سابقه است (نمودار ۶ـ۵ ب). هر سابقه با گروهی از عناصر اطلاعاتی نامگذاری می‌شود. هر سابقه در مدل منطقی اطلاعات به یک موجودیت یا مجموعه‌ای از ویژگیهای یک یا چند موجودیت در مدل مفهومی مربوط می‌شود.

طراح در ضمن طراحی پایگاه اطلاعاتی منطقی، چگونگی طراحی «سابقه»ها در مدل منطقی را با استفاده از موجودیتها و ویژگیهای آنها در مدل مفهومی به سه صورت انجام می‌دهد: ۱) تلفیق، ۲) تفکیک، ۳) نسخه‌برداری.

تلفیق. ترکیبی از ویژگیهای موجودیتهای گوناگون یا روابط مدل مفهومی، برای طراحی یک سابقه به کار گرفته می‌شود.

تفکیک. ویژگیهای یک موجودیت یا رابطه مدل مفهومی به چند سابقه در مدل منطقی تقسیم می‌شود.

نسخه‌برداری. تمام ویژگیهای یک موجودیت یا موجودیت تقاطعی مدل مفهومی عیناً در «سابقه» آورده می‌شود.

برای مثال «سابقه» سفارش در نمودار ۴ـ۵ از ترکیب ویژگیهایی از موجودیتهای سفارش و صورتحساب مدل مفهومی ایجاد شده است و سابقه محصول ـ۱ و سابقه محصول ـ۲ از تفکیک موجودیت محصول به دست آمده و سابقه مشتری عیناً از موجودیت مشتری مدل مفهومی نسخه‌برداری شده است (کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۱۲۶؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۳۳۴).

کلید

هر عنصر اطلاعاتی درون «سابقه» که زیر آن خط کشیده شده، بیانگر یک کلید است (نمودار ۶ـ۵ ج). هر کلید منحصراً یک «نمونه» از سابقه را مشخص می‌کند. نشانگرهای مدل مفهومی به کلید در مدل منطقی تبدیل می‌شوند. هنگامی که مجموعه‌ای از ویژگیها یک «نشانگر» موجودیت در مدل مفهومی را تشکیل می‌دهند

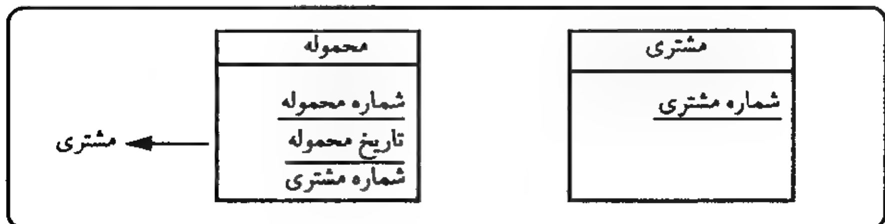
باید کلید اصلی و کلیدهای فرعی معین شوند. برای مثال در نمودار ۴ـ۵ سابقه «سفارش» را می‌توان با «شماره سفارش» یا با تلفیقی از «شماره سفارش» و «شماره‌ـ وضعیت‌ـ سفارش» معین کرد. در آن صورت «شماره سفارش» کلید اصلی و «شماره مشتری + شماره‌ـ وضعیت‌ـ سفارش» کلید فرعی یا بدیل برای سابقهٔ «سفارش» به شمار خواهد آمد. به کلیدهای فرعی یا بدیل شماره‌ای داده می‌شود تا از کلید اصلی متمایز گردد. برای مثال تلفیق <۱> شماره مشتری و <۱> شماره‌ـ وضعیت‌ـ سفارش نخستین کلید بدیل برای سابقه «سفارش» است (نمودار ۶ـ۵ د) (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۳۲؛ هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۳۹).

رابطه

رابطه، ارتباط میان «سابقه»ها را برقرار می‌کند (نمودار ۷ـ۵). روابط میان «موجودیتها» در مدل مفهومی به رابطه میان «سابقه‌ها» در مدل منطقی تبدیل می‌شود.

در نمودار ۴ـ۵ عنصر «شماره مشتری» در سابقه «سفارش» رابطه میان «سابقه مشتری» با «سابقه سفارش» را معین می‌کند.

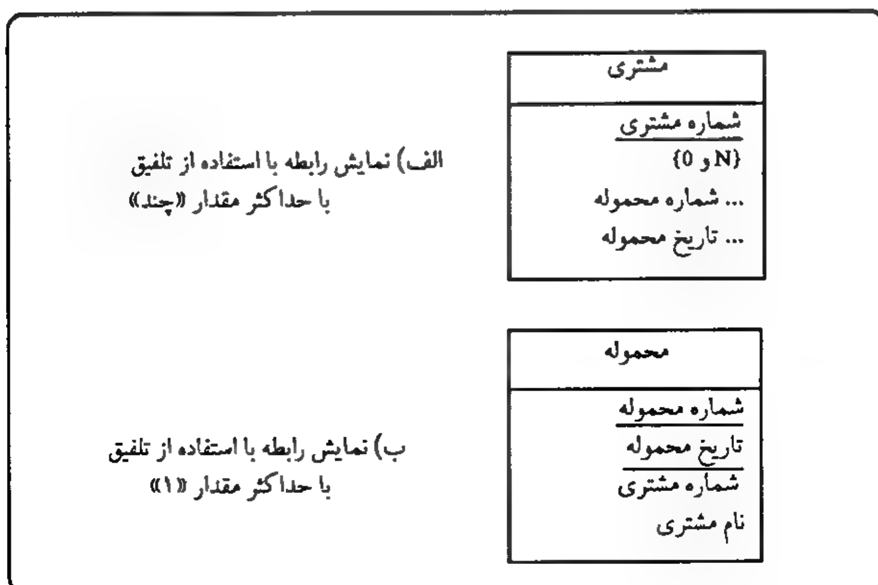
یکی از تصمیمهای عمده‌ای که در طراحی مدل منطقی پایگاه اطلاعاتی باید گرفته شود چگونگی طراحی روابط است. روابط میان سابقه‌ها را می‌توان به چهار طریق طراحی کرد: ۱) کلید خارجی، ۲) تلفیق، ۳) سابقهٔ جداگانه، و ۴) نشان‌دهنده.



نمودار ۷ـ۵ نشان دادن رابطه با استفاده از کلید خارجی

نمایش رابطه با استفاده از کلید خارجی. کلید هر «سابقه» در مدل منطقی را به

عنوان یک عنصر اطلاعاتی در یک «سابقه دیگر» می‌توان مورد استفاده قرار داد. در این صورت، به عنصر اطلاعاتی مذکور «کلید خارجی» گفته می‌شود. در نمودار ۵ـ۷ «شماره مشتری» کلید خارجی برای سابقه محموله به شمار می‌آید که رابطه میان محموله و مشتری را تعریف می‌کند.

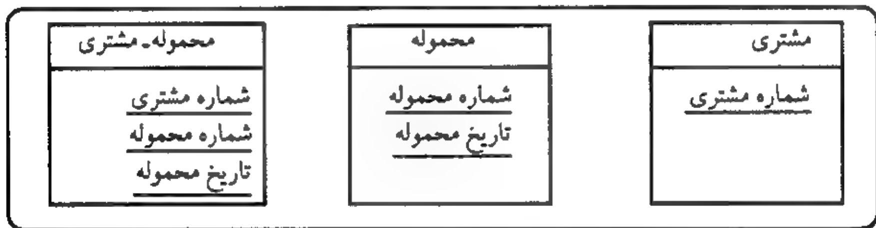


نمودار ۵ـ۸ نمایش رابطه میان «سابقه‌ها» با استفاده از تلفیق

نمایش رابطه با استفاده از تلفیق. دو «سابقه» را می‌توان با هم تلفیق کرد. سابقهٔ تلفیقی جدید می‌تواند دارای یک گروه تکراری وابسته به حداکثر مقدار رابطه میان «سابقه»ها باشد. اگر رابطه میان دو «سابقه» یکی با حداکثر مقدار «چند» با سابقه دیگر دارای حداکثر مقدار «چند» ترکیب شده باشند، سابقه تلفیقی حاصل دارای گروه تکراری خواهد بود. ولی اگر رابطه میان دو «سابقه» حداکثر مقدار یک را داشته باشد سابقهٔ تلفیقی جدید دارای گروه تکراری نخواهد بود. در نمودار ۵ـ۸ الف، حداکثر مقدار رابطه میان «مشتری» و «محموله» چند است. تلفیق سابقه «محموله» در سابقه «مشتری» موجب پیدایش گروه تکراری «شماره محموله» و «تاریخ محموله» می‌شود.

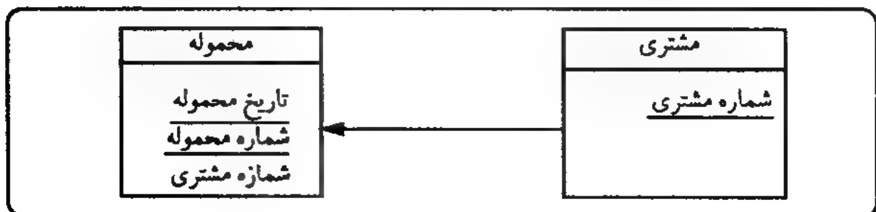
تعداد مرتبه‌هایی که یک گروه از «عناصر اطلاعاتی» می‌تواند تکرار شود با علامت {حداقل، حداکثر} مشخص می‌شود، **شماره محموله** و **تاریخ محموله** می‌تواند بین {0 و N} مرتبه تکرار شود. در نمودار ۵ـ۸ ب، ادغام سابقه «مشتری» در سابقه «محموله» موجب تکرار یک گروه از «عناصر اطلاعاتی» نمی‌شود زیرا حداکثر مقدار رابطه میان **محموله** و **مشتری** یک است.

نمایش رابطه با استفاده از «سابقه» جداگانه. برای نمایش رابطه میان دو «سابقه» می‌توان از یک «سابقه» جداگانه استفاده کرد که شامل «کلیدها»ی هر دو سابقه باشد. در نمودار ۵ـ۹ سابقهٔ **مشتری-محموله** رابطهٔ میان مشتری و محموله را تعریف می‌کند.



نمودار ۵ـ۹ نمایش رابطه با استفاده از سابقه جداگانه

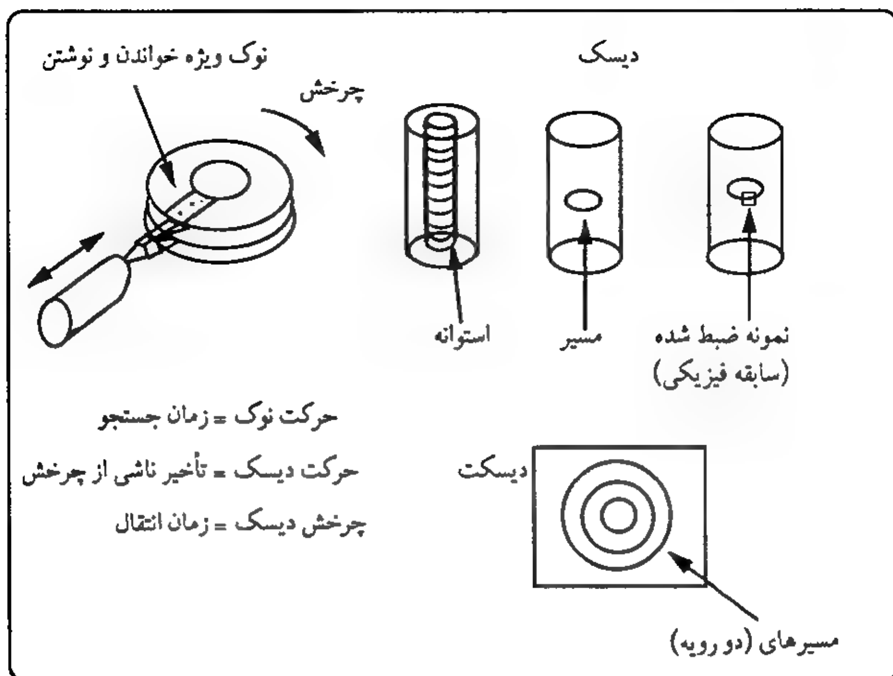
نمایش رابطه با استفاده از نشان‌دهنده. برای نمایش رابطه میان دو «سابقه» می‌توان از نشان‌دهنده استفاده کرد. هر نشان‌دهنده دو سابقه مرتبط با هم را به یکدیگر متصل می‌کند (نمودار ۵ـ۱۰). یک نشان‌دهنده شبیه فهرست مندرجات است (لودن و لودن، ۱۹۹۹، ص ۲۱۳؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۲۳۳).



نمودار ۵ـ۱۰ نمایش رابطه با استفاده از نشان‌دهنده

ساخته‌های طراحی فیزیکی پایگاه اطلاعاتی

چگونگی نگاه کاربران به پایگاه اطلاعاتی در مدل منطقی اطلاعات و به کمک ساخته‌های «عنصر اطلاعاتی»، «سابقه»، «کلید» و «رابطه» توصیف می‌شود. ولی مدل فیزیکی اطلاعات یا «ساختار فیزیکی داده‌ها» چگونگی ذخیره‌سازی داده‌ها و نحوهٔ دستیابی به آنها به کمک ابزارهای ذخیره‌سازی خارجی را تشریح می‌کند. پیش از پرداختن به مدل فیزیکی اطلاعات، ابزارهای ذخیره‌سازی خارجی و چگونگی دستیابی به داده‌های ذخیره شده بر روی آنها به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابزارهای ذخیره‌سازی خارجی، مکانهای دارای «نشانی» برای ذخیره داده‌ها فراهم می‌آورند. نمودار ۱۱ـ۵ ابزارهای دیسک و دیسکت را که دو تا از معمولترین انواع انباره‌های خارجی برای پایگاه اطلاعاتی به شمار می‌آیند نشان می‌دهد.



نمودار ۱۱ـ۵ ابزارهای ذخیره‌سازی خارجی

ابزار دیسک برای ذخیره‌سازی اطلاعات به کار می‌رود زیرا مقدار زیادی از داده‌ها را با هزینهٔ نسبتاً کم نگهداری می‌کند. برای نوشتن داده‌ها بر روی دیسک و خواندن از روی آن سه اقدام ضروری است:

۱. دسته‌ای که عمل خواندن و نوشتن را انجام می‌دهد بر روی مسیرهایی که «نشانی» داده‌ها را دربردارند قرار داده شود. زمانی را که برای این اقدام لازم است «زمان جستجو» نامند.

۲. چرخش دیسک برای قرار گرفتن «نشانی» داده‌های ذخیره‌شده بر روی آن در زیر نوک دسته ویژه «خواندن و نوشتن». زمانی را که صرف این فراگرد می‌شود «تأخیر ناشی از چرخش» نامیده می‌شود.

۳. انتقال داده‌های بر روی دیسک به حافظه اصلی رایانه، ضمن چرخش داده‌ها زیر نوک ویژه «خواندن و نوشتن». زمان صرف شده برای این فراگرد را «زمان انتقال» داده‌ها می‌نامند.

تصمیمهایی که دربارهٔ ساختار فیزیکی اطلاعات گرفته می‌شود بر روی «زمان دسترسی» به «داده‌ها» اثر می‌گذارد.

ساخته‌های سه گانه «ساختار فیزیکی داده» یا «مدل فیزیکی اطلاعات» عبارتند از: ۱) سابقه فیزیکی، ۲) سازمان پرونده، ۳) فهرستها.

برای هریک از ساخته‌های مدل فیزیکی اطلاعات موارد ذیل صورت می‌پذیرد:

الف) تعریف «ساخته»؛

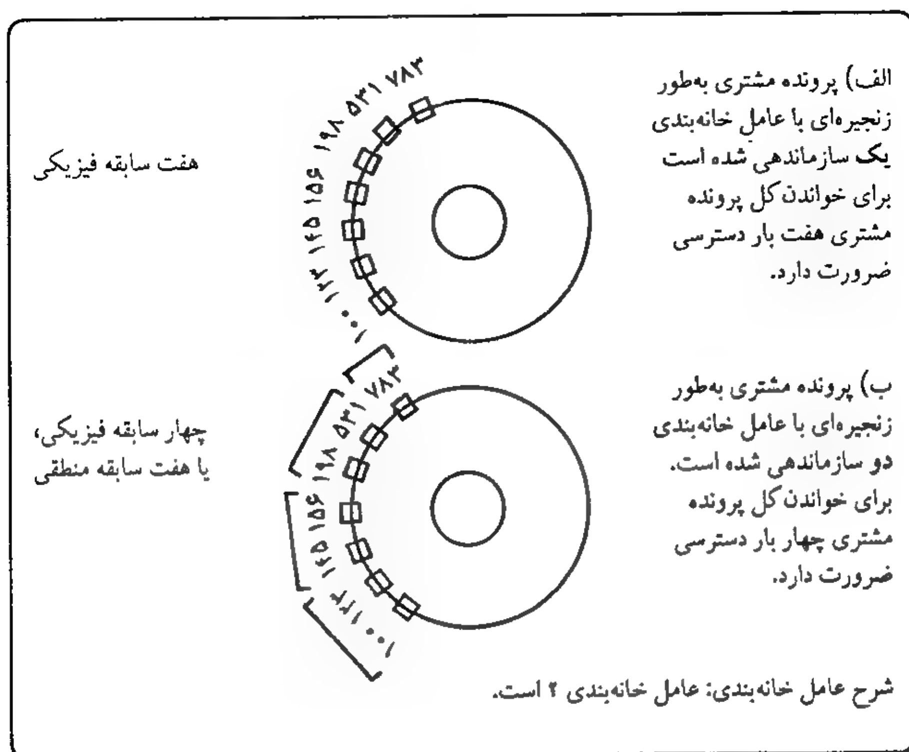
ب) نمایش «ساخته» با ذکر مثالهایی از شمای پایگاه اطلاعاتی سیستم پیگیری سفارش نمودار؛

ج) توصیف تصمیمهایی که در ضمن طراحی هر «ساخته» فیزیکی گرفته می‌شود (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۳۵ـ۴۳۶؛ اواد، ۱۹۸۸، ص ۱۷۲).

سابقه فیزیکی

داده‌هایی که بر روی نشانی دیسک قرار دارند و برای دستیابی به آنها به حافظه اصلی

رایانه انتقال می‌یابند، «سابقه فیزیکی» نامیده می‌شود. هر «سابقه فیزیکی» می‌تواند مربوط به یک مصداق یا نمونه از **سابقه منطقی** باشد یا شامل مصادیق بیشتری از یک **سابقه منطقی** گردد (بدین معنی که خانه‌ای از سابقه‌های فیزیکی را تشکیل داده باشد) و آن در صورتی است که پرونده شامل مصادیق داده‌ها به‌طور زنجیره‌ای سازماندهی شده باشد (نمودار ۱۲ـ۵). چون واحد اطلاعات انتقال یافته میان ابزار ذخیره‌سازی خارجی و حافظه اصلی رایانه یک «سابقه فیزیکی» است بنابراین خانه‌بندی، از تعداد مرتبه‌های دسترسی برای خواندن کل پرونده می‌کاهد. در شرح سابقه فیزیکی، عامل خانه‌بندی معین می‌شود (نمودار ۱۲ـ۵). یک تصمیم عمده در طراحی پایگاه فیزیکی این است که چند «سابقه منطقی» در یک «سابقه فیزیکی» قرار گیرد (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۲۶۲).



نمودار ۵ـ۱۲ سابقه‌های فیزیکی و عامل خانه‌بندی

سازمان پرونده

پرونده مجموعه‌ای است نامگذاری شده از مصادیق سابقه، که بر روی دیسک ذخیره شده است (نمودار ۱۳ـ۵). با استفاده از مقادیر «عناصر اطلاعاتی کلید» می‌توان به مصادیق سابقه دسترسی داشت. برای مثال پرونده مشتری در نمودار ۱۳ـ۵ اجازه دسترسی مستقیم به سابقه‌های مشتری از طریق مقادیر «شماره مشتری» را می‌دهد. با وارد کردن مقدار «شماره مشتری» یعنی ۱۴۵ می‌توان «نمونهٔ سابقه» را از دیسک به حافظه رایانه منتقل کرد:

۱۴۵	شرکت غذایی دان	۱۶ خیابان وود	آستین	تگزاس	۷۸۷۳۱

هر شرح پرونده از نام سابقه، کلید و نوع سازماندهی پرونده تشکیل شده است (نمودار ۱۳ـ۵). تصمیم عمده در طراحی پایگاه فیزیکی داده‌ها این است که هر پرونده چگونه باید سازماندهی شود.

شماره مشتری	نام مشتری	نشانی خیابان مشتری	نشانی شهرمشتری	نشانی ایالت	نشانی‌کدپستی مشتری
۱۲۳	شرکت xyz	صندوق پستی ۲۳	آستین	تگزاس	۷۸۷۳۱
۱۴۵	شرکت غذایی «دان»	۱۶ خیابان وود	آستین	تگزاس	۷۸۷۳۱
۱۰۰	مشاورین رایانه	۵۶۴ خیابان تپل	وست‌لیک	تگزاس	۷۸۷۴۶
۱۹۸	روزنامه «اخبار روز»	۱۱۵ خیابان بدفورد	آستین	تگزاس	۷۸۷۴۶
۱۵۶	شرکت ماری	۸۹۳ خیابان ۱۲۳ غربی	یودا	تگزاس	۷۸۶۱۰
۷۸۳	شرکت غذایی داوی‌جونز	۵۶ خیابان میدو	آستین	تگزاس	۷۸۶۱۰
۵۳۱	شرکت تولیدی الف	۵۶۸۲ خیابان ۱۲۳غربی	کرج	مرکزی	۷۸۶۶۴

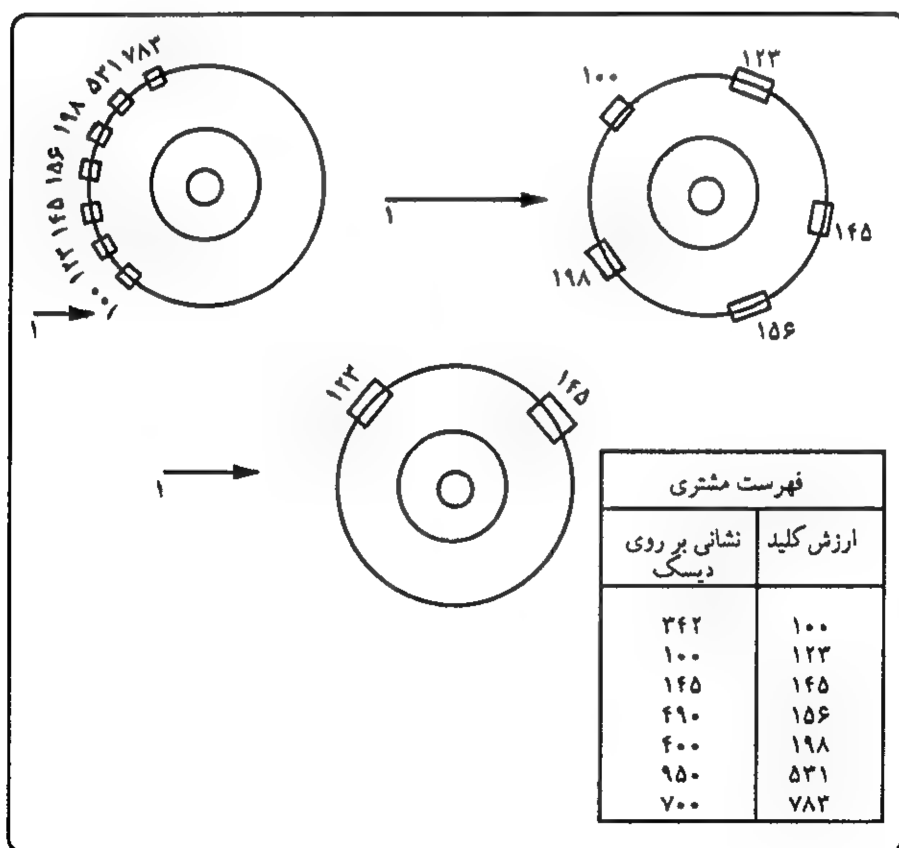
مصادیق «سابقه» مشتری

شرح پرونده:
- نام سابقه «مشتری» است.
- کلید «شماره مشتری» است.
- سازماندهی دسترسی مستقیم با استفاده از شماره مشتری است.

نمودار ۱۳ـ۵ سازمان پرونده

سازمان پرونده به طرح جا و مکان فیزیکی پرونده مربوط می‌شود. سازمان پرونده به سه نوع کلی تفکیک می‌شود که عبارتند از: ۱) ترتیبی، ۲) مستقیم، ۳) فهرست شده.

سازمان پرونده ترتیبی. در سازماندهی پرونده به‌طور ترتیبی، سابقه‌های فیزیکی در کنار یکدیگر بر روی دیسک قرار دارند (نمودار ۵ـ۱۴). سابقه‌ها به ترتیب مطابق شماره کلید یا مطابق زمان اضافه شدن سابقه (یک نوع ترتیب از سازمان ترتیبی) قرار دارند. نشانی نخستین سابقه در یک پرونده معلوم است و سایر سابقه‌ها با پیمایش پرونده به‌طور ترتیبی قابل دستیابی است.



فهرست مشتری	
ارزش کلید	نشانی بر روی دیسک
۱۰۰	۳۴۲
۱۲۳	۱۰۰
۱۴۵	۱۴۵
۱۵۶	۴۹۰
۱۹۸	۴۰۰
۵۳۱	۹۵۰
۷۸۳	۷۰۰

نمودار ۵ـ۱۴ سازمان پرونده برای پرونده مشتری

سازمان پرونده به‌طور دسترسی مستقیم. در سازمان پرونده با دسترسی مستقیم، سابقه‌های فیزیکی مطابق ارزش عددی عناصر داده‌ای کلید قرار دارند (نمودار ۱۴ـ۵)، خواه ارزش عددی کلید نشانی دقیق سابقه بر روی دیسک را معین کند یا ارزش عددی کلید با استفاده از یک فرمول یا کارکرد آن محاسبه شود تا نشانی سابقه فیزیکی بر روی دیسک را مشخص سازد. فراگرد دوم را صورتبندی[1] جدید نامند.

سازمان پرونده فهرست شده. در سازمان پرونده فهرست شده، سابقه‌های فیزیکی به صورتهای مختلف (ترتیبی یا تصادفی) ذخیره شده‌اند و با استفاده از یک فهرست می‌توان جای هر سابقه فیزیکی را مشخص ساخت (نمودار ۱۴ـ۵)، فهرست مانند برگه‌های مختصات کتاب در یک برگه‌دان کتابخانه است. در هر کتابخانه‌ای، کتابها بر روی قفسه‌ها به ترتیب مطابق شماره کتاب چیده شده‌اند. شماره کتاب، داده کلیدی است که دسترسی به کتابها (کتابهای فیزیکی، یا سابقه‌ها) را در کتابخانه ممکن می‌سازد. به هرحال وقتی ما به یک کتاب رجوع می‌کنیم از نام نویسنده یا عنوان کتاب استفاده می‌کنیم. برای یافتن یک کتاب معین در کتابخانه می‌توانیم در هریک از راهروهای میان قفسه‌های کتاب قدم بزنیم و نام نویسنده و عنوان همه کتابهای در قفسه را بخوانیم تا بتوانیم کتاب مورد نظر را بیابیم. راه دیگر این است که از برگه‌دان کتابها استفاده کنیم. در برگه‌دان، برگه‌هایی وجود دارد که شماره کتاب، نام نویسنده و موضوع بر روی آنها درج شده است. این امکان وجود دارد که شماره کتاب را پیدا کرده، آنگاه محل کتاب در کتابخانه را شناسایی کنیم و بدین ترتیب به جای اینکه به‌طور زنجیره‌ای کتابهای چیده شده در قفسه را بررسی کنیم می‌توانیم به‌طور مستقیم به محل کتاب در قفسه برویم. به همین ترتیب در پرونده **سفارش** (نمودار ۵ـ۵) فهرستی که تحت نام **فهرست‌ـصورتحساب** آمده، دسترسی به سابقه‌های سفارش را از طریق **شماره‌ـصورتحساب** فراهم می‌سازد (کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۱۲۲ـ۱۲۳؛ جوردن و مچسکی ۱۹۹۰، ص ۴۳۵).

1. hashing

فهرست دوم (فرعی)

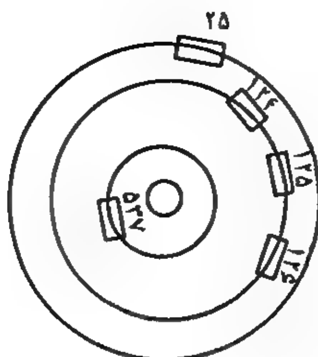
فهرست دوم دستیابی به سابقه‌های فیزیکی بر روی دیسک را از طریق ارزش عددی «عنصر داده‌ای» که کلید اصلی به شمار نمی‌آید معین می‌کند. فهرست دوم برای سرعت بخشیدن دستیابی به اطلاعات به کار می‌رود. برای مثال در نمودار ۵ـ۵، سابقه **سفارش** با داشتن یک فهرست برای **شماره صورتحساب** چاپ گزارش **ثبت سفارش** را سرعت می‌بخشد (نگاره ۲ـ۵). فهرست به این دلیل مورد نیاز است که گزارش **ثبت.سفارش** (که با **شماره.صورتحساب** تنظیم شده) یک داد و ستد با اولویت زیاد در جدول دستیابی به اطلاعات نگاره ۱ـ۵ به شمار می‌آید.

انواع فهرست دوم (فرعی). دو نوع متداول فهرست دوم عبارتند از: ۱) فهرست تبدیل شده، ۲) فهرست به هم پیوسته (نمودار ۱۵ـ۵). فهرست تبدیل شده، ارجاع ضربدری میان عناصر داده‌ای فهرست شده و ارزش عددی کلید اصلی سابقه را فراهم می‌آورد. «شرح فهرست» عنصر اطلاعاتی فهرست شده را معین می‌کند. یک فهرست به هم پیوسته، شماره‌های مربوط به یک سابقه را به کار می‌برد تا ارتباط با ارزشهای عددی عنصر اطلاعاتی فهرست شده را ارائه دهد. شماره مربوط به یک سابقه در فهرست مکان سابقه نسبت به آغاز فهرست را معین می‌کند. فیلد اتصال معین می‌کند کجا می‌توان ارزش بعد عنصر داده‌ای فهرست شده را به دست آورد. برای مثال در «فهرست پیوسته» نمودار ۱۵ـ۵ **شماره.سفارش** (۲۵) دارای یک **کد.وضعیت.سفارش** (۰۱) دارد و به سابقه بعدی با همان **کد.وضعیت.سفارش** متصل می‌شود که شماره سابقه ذیربط آن (۳) است (یعنی **شماره.سفارش** ۱۲۵). فهرستهای به هم پیوسته فقط برای متصل کردن ارزش عددی کلیدهایی که منحصر به فرد نیستند سودمند است. برای مثال فهرست کردن **کد.وضعیت.سفارش** (کلید غیرمنحصر به فرد) نسبت به **شماره.سفارش** (کروئنکی و دولان، ۱۹۸۸، ص ۴۳۹).

یک تصمیم عمده در طراحی پایگاه اطلاعاتی فیزیکی این است که کدام عناصر داده‌ای در یک سابقه «فهرست» نیاز دارند. طراح با مرور جدول دستیابی اطلاعات تصمیم می‌گیرد که کدام عناصر اطلاعاتی نیاز به فهرست دارند (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۲۶۳؛ دیویس و اُلسون، ۱۹۸۵، ص ۵۱۲).

شماره صورتحساب	شماره وضعیت سفارش	شماره مشتری	نام و نشانی	جمع هزینه سفارش	محصول شماره ـ شرح	مقدار جمع سفارش	مقدار برگشتی	هزینه هر قلم جنس
۱۵۶۸	۱۲۲۴۲۲۴	۱۲۳	شرکت قدس صندوق‌پستی ۲۳ شمیران ـ تهران	۶۰.۰۰	۴۵۶۷ـ فرمهای کامپیوتری استاندارد	۳	۰	۶۰.۰۰
۱۵۶۹	۲۴۵۶۹۰	۱۴۵	شرکت غذایی پاک ۱۶ خیابان نیک شمیران ـ تهران	۲۲۵.۰۰	۴۵۶۷ـ فرمهای کامپیوتری استاندارد	۱۰	۰	۲۰۰.۰۰
					۲۵۰ـ نوار چاپگر	۵	۰	۲۵.۰۰
۱۵۷۰	۱۲۳۴۵۰۰	۱۲۳	شرکت قدس صندوق پستی ۲۳ شمیران ـ تهران	۴۷۵.۰۰	۴۳۹۰ـ فرمهای مخصوص	۴	۱	۱۶۰.۰۰
					۲۵۰ـ نوار چاپگر	۳	۰	۱۵.۰۰
					۴۵۶۷ـ فرمهای کامپیوتری استاندارد	۱۵	۰	۳۰۰.۰۰
			کل مبلغ	۷۶۰.۰۰				

نگاره ۲ـ۵ گزارش ثبت سفارش



فهرست دوم شماره۔ صورتحساب نسبت به شماره سفارش فهرست تبدیل شده		فهرست دوم کد۔ وضعیت۔ سفارش نسبت به شماره سفارش فهرست پیوسته			
شماره صورتحساب	شماره سفارش	شماره سفارش	کد وضعیت سفارش	فیلد اتصال	شماره سابقه ذیربط
۱۵۶۸	۲۵	۲۵	۰۱	۳	۱
۱۵۶۹	۱۲۶	۱۲۴	۰۲	۵	۲
۱۵۷۰	۵۳۷	۱۲۵	۰۱	۴	۳
۱۵۷۱	۱۲۴	۱۲۶	۰۱	۰	۴
۱۵۸۲	۱۲۵	۵۳۷	۰۲	۰	۵

شرح فهرست: فهرست شده مطابق شماره۔ صورتحساب
فهرست شده مطابق کد۔ وضعیت۔ سفارش

نمودار ۵.۱۵ فهرست دوم

سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی

هدف رهیافت داده گرا در طراحی سیستم، ایجاد پایگاه اطلاعاتی است که سیستمهای کاربردی متعدد بتوانند آن را مورد استفاده قرار دهند. تنوع احتمالی مدلهای فیزیکی و منطقی در ترکیب با سیستمهای کاربردی متعددی که احتمالاً نیاز دسترسی به اطلاعات دارند طراحی پایگاه را به مسألهٔ بسیار دشواری تبدیل می‌کند زیرا هر برنامه در سیستم

کاربردی که می‌خواهد به پایگاه اطلاعاتی دسترسی داشته باشد باید شرحی از ساختار منطقی و فیزیکی برای تعریف «داده» داشته باشد. اگر ساختار داده‌هایی که به‌طور مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند براساس خود برنامه‌ها تنظیم شود حفظ سازگاری «ساختار داده» در صورت اضافه شدن، تغییر یافتن برنامه‌ها و توسعه کاربردهای جدید دشوار خواهد بود. سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی راه‌حلی را برای این مسأله فراهم آورده‌اند.

هر سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی یک سیستم نرم‌افزاری است که ساختارهای منطقی و فیزیکی داده را مستقل از برنامه‌هایی که از آن داده‌ها استفاده می‌کنند نگهداری و کنترل می‌نماید (نمودار ۱۶ـ۵). تمام درخواستهای دستیابی به داده از طرف برنامه‌ها و کاربران از طریق سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی صورت می‌پذیرد. برای کنترل استفاده از داده برای برنامه‌ها و کاربران گوناگون، سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی قواعدی را برای چگونگی تعریف منطقی و فیزیکی «داده» وضع می‌کند.

هنگامی که از یک «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» برای مدیریت یک پایگاه اطلاعاتی استفاده می‌شود (نمودار ۵ـ۵)، طراح شمای پایگاه اطلاعاتی را مشخص می‌کند که تشریح کننده ساختار منطقی و فیزیکی داده‌های پایگاه اطلاعاتی است. شمای پایگاه اطلاعاتی با استفاده از زبان تعریف داده[1] مربوط به سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی[2] مشخص می‌گردد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۴۰ـ۴۴۱؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۴۷۸ـ۴۸۰).

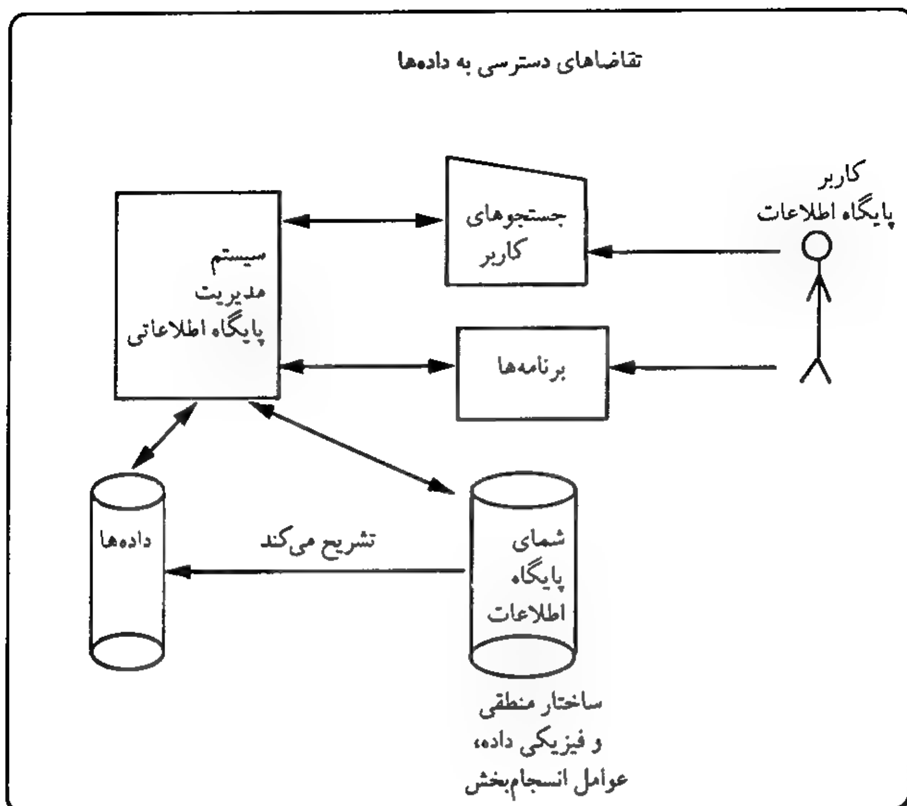
شمای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی موارد زیر را تشریح می‌کند:

۱. اجزای تشکیل‌دهندهٔ ساختار منطقی داده‌ها، شامل عناصر داده‌ای، سابقه‌های منطقی، کلیدها و روابط.

۲. اجزای تشکیل دهندهٔ ساختار فیزیکی داده‌ها، شامل سابقه‌های فیزیکی، سازمان پرونده و فهرستها.

---

1. data description language (D. D. L)
2. data-base management system (DBMS)



نمودار ۵ـ۱۶ نگاه کلی به کارکردهای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی

۳. عناصر انسجام بخش نظیر شاخصهای تعیین اعتبار، جواز دستیابی به داده‌ها و خط‌مشیهای پشتیبانی داده‌ها و بازسازی پرونده‌ها.

هر «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» تجاری با قوانین، استانداردها و تعریفی از ساختار منطقی داده‌ها انطباق دارد. این قواعد، طبقه[1] ساختار داده‌های «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» نامیده می‌شود. «سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی» همچنین قواعدی دارند که ساختار فیزیکی داده‌ها را کنترل می‌کند هرچند که این قواعد

۱. طبقه ساختار داده‌ای اغلب ساختار داده‌ای یا مدل داده‌ای زیربنایی حمایت شده به وسیله «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» نامیده می‌شود.

را نمی‌توان به آسانی برحسب نوع «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» طبقه‌بندی کرد. نگاره ۳ـ۵ قواعد ساختارهای فیزیکی و منطقی داده‌های به کار رفته در سه طبقه گسترده از «سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی» را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد. که عبارتند از: ۱) سلسله مراتبی؛ ۲) شبکه‌ای؛ و ۳) رابطه‌ای شرح تفصیلی هریک از سه طبقه ساختار داده‌ای را می‌توانید در منبع ذیل مطالعه کنید.[1]

ساخته / طبقه	سلسله مراتبی	شبکه‌ای	رابطه‌ای
سابقه‌ها: ـ تفکیک ـ تلفیق	 آری آری	 آری آری	 آری فقط برای روابط ۰، ۱ یا یک و یک؛ تکرار هیچ گروهی مجاز نیست
روابط: ـ کلید خارجی ـ سابقه مجزا ـ نشاندهنده ـ تلفیق	 آری آری آری آری	 آری آری آری آری	 آری آری کاربرد ندارد فقط برای روابط ۰، ۱ یا یک و یک؛ فقط جذب چند (M) به یک (۱) مجاز است.
فهرست دوم	آری	آری	آری

نگاره ۳ـ۵ قواعد ساختارهای منطقی و فیزیکی «داده»

مهمترین قواعد «طبقه» ساختار داده‌ای برای طراح سیستم اطلاعاتی، آنهایی هستند که بر چگونگی ایجاد «سابقه‌ها» و روابط میان آنها حاکمیت دارد، زیرا طراحی سابقه‌ها و روابط میان آنها در پایگاه اطلاعاتی بر طراحی برنامه‌هایی اثر می‌گذارد که می‌خواهند به پایگاه اطلاعاتی دسترسی داشته باشند. همان‌طوری که در نگاره ۳ـ۵ دیده

---

1. D. M. Kroenke, and K. A. Dolan, *Database Processing: Fundamentals, Design, Implementation*, 3rd edition. Chicago: Science Research Associates, 1988.

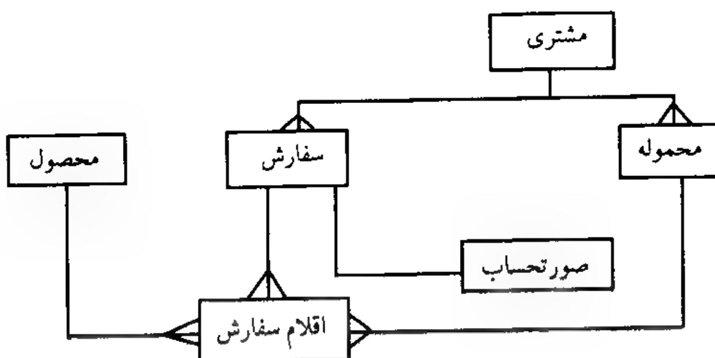
می‌شود هر دو طبقهٔ ساختارِ داده‌ای سلسله مراتبی و شبکه‌ای، تفکیک و تلفیق سابقه‌ها را مجاز می‌دارند. همچنین طراحی روابط میان سابقه‌ها را می‌توان با استفاده از «کلید خارجی»، «سابقه» و «نشان‌دهنده» انجام داد، درحالی که طبقهٔ ساختارِ داده‌ای رابطه‌ای برخی از شکلهای تفکیک سابقه را مجاز نمی‌دارد[1] و طراحی روابط میان سابقه‌ها را به کمک کلید خارجی و سابقهٔ جداگانه، محدود می‌کند (آلتر، ۱۹۹۲، ص ۲۹۶). اکنون هریک از این سه طبقهٔ ساختار داده‌ای، به‌طور تفصیلی‌تر تشریح می‌شود.

سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی سلسله مراتبی

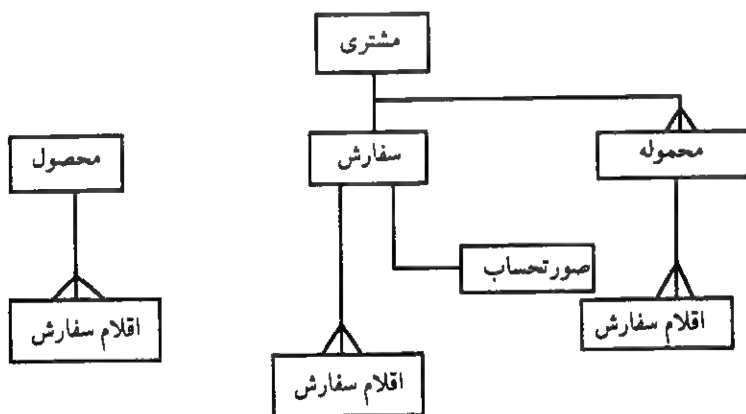
طبقهٔ ساختار داده‌ای سلسله‌مراتبی، نیازمند استفاده از روابط سلسله مراتبی میان سابقه است. در این سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی، سابقه‌ها به دو دسته سابقه‌های کلان (مادر) و سابقه‌های خرد دسته‌بندی می‌شوند. هر سابقه خرد فقط یک سابقهٔ مادر می‌تواند داشته باشد ولی هر سابقه مادر می‌تواند چندین سابقه خرد داشته باشد. هنگام طراحی ساختار داده سلسله مراتبی، طراح باید تصمیم بگیرد که کدام سابقه‌ها، مادر و کدام خرد هستند. در ترسیم چگونگی تبدیل یک مدل مفهومی اطلاعات به ساختار داده‌ای سلسله مراتبی، قانون کلی این است که روی یک (۱) رابطهٔ یک به چند را به سابقه مادر و روی «چند» آن را به سابقه‌های خرد اختصاص دهیم. نشان‌دهنده‌های منطقی برای ایجاد سلسله مراتب هنگامی که روابط در «مدل مفهومی اطلاعات» سلسله مراتبی نیستند به کار می‌روند (برای مثال نشان‌دهنده‌ها برای روابط میان موجودیتهای **سفارش**، **اقلام ـ سفارش**، و **محصول** در نمودار ۳ـ۵ به کار خواهند رفت). نمودارهای ۱۷ـ۵ و ۱۸ـ۵ تبدیل مدل مفهومی اطلاعات شرکت عدالت‌گستر را به طبقهٔ ساختار داده‌ای سلسله مراتبی نشان می‌دهد.

---

۱. به بیان دقیقتر، طبقه ساختار داده‌ای رابطه‌ای، تکرار گروهی از عناصر داده‌ای را مجاز نمی‌شمارد. بنابراین هر سابقه‌ای که رابطه‌ای با حداکثر مقدار چند را داشته باشد نمی‌توان در طبقه ساختار داده‌ای رابطه‌ای تلفیق کرد برای مثال تلفیق **سفارش** و **اقلام ـ سفارش** مجاز نیست زیرا موجب تکرار گروه **اقلام ـ سفارش** در سابقه **سفارش** خواهد شد و از طرف دیگر تلفیق سابقه‌های **سفارش** و **صورتحساب** مجاز است زیرا حداکثر رابطه آنها یک است و در نتیجه سابقه تلفیقی حاصل، گروه تکراری نخواهد داشت.

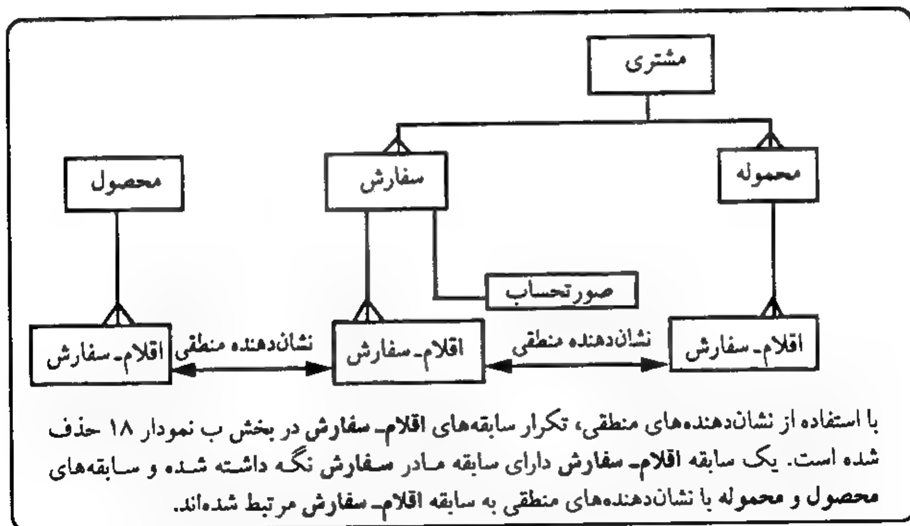


الف) مدل مفهومی اطلاعات شرکت عدالت‌گستر به یک ساختارِ داده‌ای سلسله مراتبی تبدیل شده است.



ب) مدل سلسله مراتبی الف به گونه‌ای تبدیل شده که «اقلام سفارش» سه سابقه مادر شامل محصول، سفارش و محموله داشته باشد. برای این منظور سابقه «اقلام سفارش» برای هریک از سابقه‌های کلان (مادر) تکرار شده است.

نمودار ۵ـ۱۷ تبدیل مدل مفهومی اطلاعات به ساختار سلسله مراتبی



نمودار ۵ـ۱۸ ساختار سلسله مراتبی، مدل مفهومی اطلاعات شرکت عدالت‌گستر

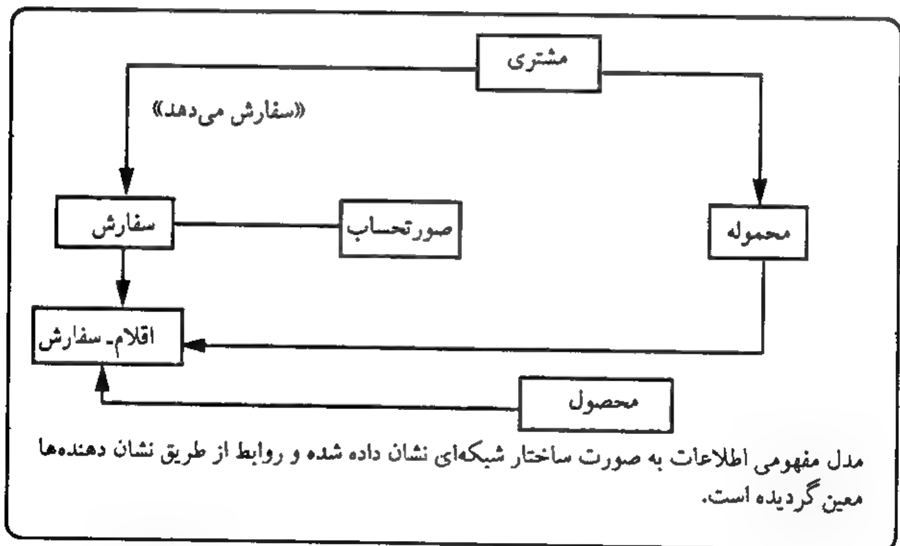
یکی از مهمترین سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی سلسله‌مراتبی، سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات شرکت آی.بی.ام است. در این سیستم به «سابقه» بخش (SEGM) گفته می‌شود. نمونه‌ای از جملات زبان تعریف داده (DDL) برای این سیستم در نمودار ۱۹ـ۵ نشان داده شده است (اواد، ۱۹۸۸، ص ۱۷۶؛ کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۱۷۶).

شرح پایگاه اطلاعاتی	نام= پایگاه اطلاعاتی مشتری، دسترسی
بخش	نام= مشتری، سابقه مادر= ۰ ، بایت=
فیلد	نام= شماره- مشتری، بایت= ۱۰، آغاز= ۱
فیلد	نام= نام- مشتری، بایت= ۴۰، آغاز= ۱۱
	═══
بخش	نام= سفارش، سابقه مادر= مشتری، بایت=
فیلد	نام= شماره- سفارش، بایت= ، آغاز=

نمودار ۵ـ۱۹ نمونه‌ای از زبان تعریف دادهٔ سیستم مدیریت اطلاعات آی.بی.ام برای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای

در یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای، سابقه‌ها را به هر طریقی می‌توان باهم مرتبط ساخت. سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای معمولاً مبتنی بر استانداردهای پایگاه اطلاعاتی کداسیل[1] هستند. از آنجایی که سلسله مراتب سابقه‌ها در شبکه ضرورتی ندارد می‌توان مدل مفهومی اطلاعات را به‌طور مستقیم به «شمای پایگاه اطلاعاتی» حمایت شده با قواعد کداسیل تبدیل کرد. روابط میان سابقه‌ها در پایگاههای اطلاعاتی شبکه‌ای نوعاً به کمک نشان‌دهنده‌ها تبیین می‌شود. ساخته کداسیل برای هر نشان‌دهنده، مجموعه[2] نامیده می‌شود. نمودار ۲۰-۵ تبدیل مدل مفهومی اطلاعات به طبقهٔ ساختار داده‌ای شبکه‌ای برای شرکت عدالت‌گستر را نشان می‌دهد.



مدل مفهومی اطلاعات به صورت ساختار شبکه‌ای نشان داده شده و روابط از طریق نشان دهنده‌ها معین گردیده است.

نمودار ۲۰-۵ تبدیل مدل مفهومی اطلاعات به ساختار شبکه‌ای برای شرکت عدالت‌گستر

---

۱. CODASYL، مخفف «کنفرانس در زمینه زبانهای سیستمهای داده‌ای» (Conference on Data Systems Languages) است. سازمانی که استاندارهای طبقهٔ ساختارِ داده‌ای شبکه‌ای را تدوین کرده است.

2. set

سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای مهم از نوع کداسیل شامل Cullinet's IDMS ،Unisys´s DMSII.، و نرم‌افزار آداباس ای‌جی AG´s ADABAS می‌شود. جملات نمونه زبان تعریف داده برای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر در نمودار ۲۱ـ۵ آمده است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۳۸).

نام شمای پایگاه اطلاعاتی «عدالت‌گستر» است.
نام سابقه «مشتری» است
کار موقعیت «محاسبه تعداد مشتری» است.

شماره مشتری	نوع ویژگی عدد (۱۰)
نام مشتری	نوع ویژگی حرف (۴۰)

═══

نام سابقه «سفارش» است.
کار موقعیت «محاسبه تعداد سفارش» است.

شماره سفارش	نوع ویژگی عدد (۱۰)
شماره موقعیت سفارش	نوع ویژگی عدد (۱۰)

═══

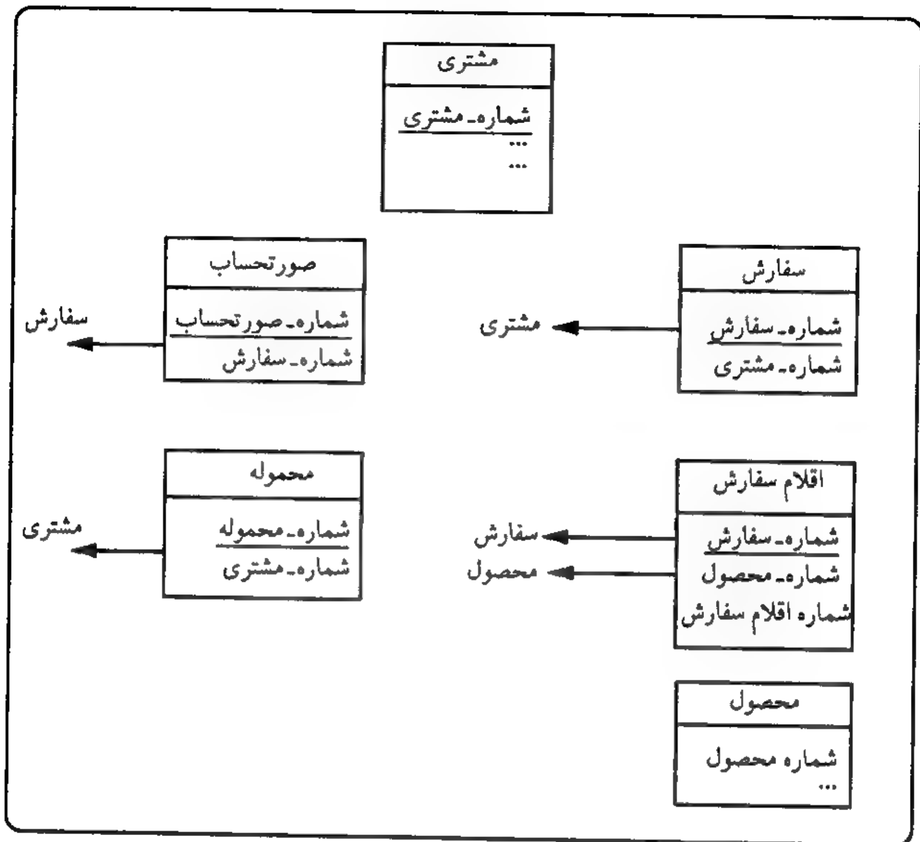
نمودار ۲۱ـ۵ نمونه جملات زبان تعریف داده کداسیل برای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای

در یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای، سابقه‌ها را با استفاده از عناصر داده‌ای مشترک (که کلید خارجی به شمار می‌آیند)، سابقه‌های مجزا یا تلفیق باید به یکدیگر مرتبط ساخت. در یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای، سابقه‌ها را «روابط»[1] یا «جداول»[2] می‌نامند. نمودار ۲۲ـ۵ طبقهٔ ساختارِ داده‌ای رابطه‌ای شرکت عدالت‌گستر را نشان می‌دهد.

---

1. relations
2. tables



نمودار ۵.۲۲ ساختار رابطه‌ای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

سیستمهای مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای مهم شامل DB۲ شرکت آی.بی.ام، اوراکل Oracle´s Oracle، d Base IV آشتون تیت[1] و سیستم پنج V: BASE میکروریم[2] می‌شود. نمونه جملات زبان تعریف داده (DB۲) با استفاده از زبان جستجوی ساختار یافته[3] در نمودار ۵ـ۲۳ نشان داده شده است.

یک مفهوم مهم در طراحی سابقه در سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای

1. ashton- tate
2. microrim
3. structured query language (SQL)

«عادی‌سازی»[1] است. عادی‌سازی فنی است برای به حداقل رساندن تکرار از طریق ساختاردهی به عناصر داده‌ای درون سابقه‌ها به گونه‌ای که عناصر داده‌ای فقط یک بار در پایگاه اطلاعاتی نمایش داده شود. مزیت عمده ساختار داده عادی‌سازی شده، ایجاد انعطاف در پایگاه اطلاعاتی است. بدین معنی که سابقه‌های جدید و عناصر داده‌ای را می‌توان به پایگاه اطلاعاتی اضافه کرد بدون اینکه تغییرات زیادی در پایگاه اطلاعاتی موجود یا برنامه‌هایی که به پایگاه دسترسی دارند ایجاد شود (کروئنکی و دولان، ۱۹۸۸، ۱۵۶-۱۳۳).

```
جدول (سابقه) مشتری را ایجاد کن.
شماره_مشتری          عدد (۱۰) تهی نیست.
نام_مشتری            حرف (۴۰)،
...
...
جدول سفارش را ایجاد کن.
شماره_سفارش          عدد (۱۰) تهی نیست.
شماره_مشتری          عدد (۱۰) تهی نیست.
...
...
```

نمودار ۵-۲۳ نمونه جملات زبان تعریف داده با استفاده از «زبان جستجوی ساختار یافته» برای پایگاه اطلاعاتی شرکت عدالت‌گستر

پرسشها

۱. فراگرد سه‌مرحله‌ای طراحی پایگاه اطلاعات را تشریح کنید.
۲. نیازهای اطلاعاتی برای طراحی پایگاه اطلاعاتی چیست؟ تشریح کنید.
۳. شاخصهای تعیین کننده کیفیت پایگاه اطلاعاتی کدامند؟
۴. سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی چیست؟ تشریح کنید.
۵. طراحی پایگاه اطلاعاتی مستلزم شناخت چه مواردی است؟

1. normalization

۶. شاخص «انعطاف» را تعریف کند.
۷. شاخص «انسجام» را تعریف کنید.
۸. داد و ستدهای پایگاه اطلاعاتی چیست؟
۹. ساخته‌های طراحی منطقی پایگاه اطلاعاتی کدامند؟
۱۰. برای هر ساخته در مدل منطقی اطلاعات چه اقدامهایی باید صورت پذیرد؟
۱۱. «عنصر اطلاعات» را تعریف کنید.
۱۲. تصمیمهای مهمی را که طراح دربارهٔ طراحی «عنصر اطلاعات» باید اتخاذ کند تشریح کنید.
۱۳. طراحی «سابقه» به چند صورت انجام می‌شود تشریح کنید.
۱۴. ساخته «کلید» را تعریف کنید و انواع آن را تشریح کنید.
۱۵. روابط میان «سابقه‌ها» را به چند طریق می‌توان طراحی کرد؟ تشریح کنید.
۱۶. انواع «انباره»های خارجی برای پایگاه اطلاعاتی را تشریح کنید.
۱۷. ساخته‌های مدل فیزیکی اطلاعات را تشریح کنید.
۱۸. شرح پرونده شامل چه چیزهایی است؟
۱۹. انواع سازماندهی پرونده را تشریح کنید.
۲۰. یکی از مهمترین تصمیمات در طراحی پایگاه اطلاعات فیزیکی چیست؟
۲۱. انواع «فهرست دوم» را تشریح کنید.
۲۲. هدف رهیافت «داده گرا» در طراحی سیستم چیست؟
۲۳. «زبان توصیف داده» را تشریح کنید.
۲۴. شمای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات چه مواردی را تشریح می‌کند؟
۲۵. انواع «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات» را تشریح کنید.
۲۶. مفهوم «عادی‌سازی یا ساده‌سازی» در طراحی سابقه را تشریح کنید.

واژه‌ها و مفاهیم مهم

سلسله مراتبی	کارآیی	پرونده

شبکه‌ای	بهنگام کردن	فهرست
رابطه‌ای	بازیابی	رابطه
پایگاه اطلاعات	عنصر اطلاعات	تلفیق
مدل منطقی اطلاعات	کلید	تفکیک
مدل فیزیکی اطلاعات	سابقه	نسخه‌برداری
رهیافت «داده گرا»	سازمان پرونده	کلید خارجی
شمای پایگاه اطلاعاتی	فهرست دوم	شرح پرونده
زبان توصیف داده	انباره	انسجام
سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی	انعطاف	

تمرینها

۱. چگونه مدل مفهومی اطلاعات ترسیم شده در نمودار ۳ـ۴ در فراگرد طراحی پایگاه اطلاعاتی به کار می‌رود؟

۲. ساخته‌های هفتگانه‌ای را که برای طراحی پایگاه اطلاعاتی به کار می‌رود فهرست و تشریح کنید.

۳. فعالیتهای لازم برای خواندن و نوشتن داده بر روی دیسک را نامبرده و شرح دهید.

۴. چگونگی تفاوت میان انواع سه گانه طبقات ساختار داده برای «سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی» را شرح دهید.

۵. با استفاده از مدل مفهومی اطلاعات نمودار ۲۴ـ۵ موارد ذیل را انجام دهید:

الف) مدل مفهومی اطلاعات را با ساختار اطلاعات سلسله مراتبی نشان دهید.

ب) مدل مفهومی اطلاعات را با ساختار اطلاعات شبکه‌ای نشان دهید.

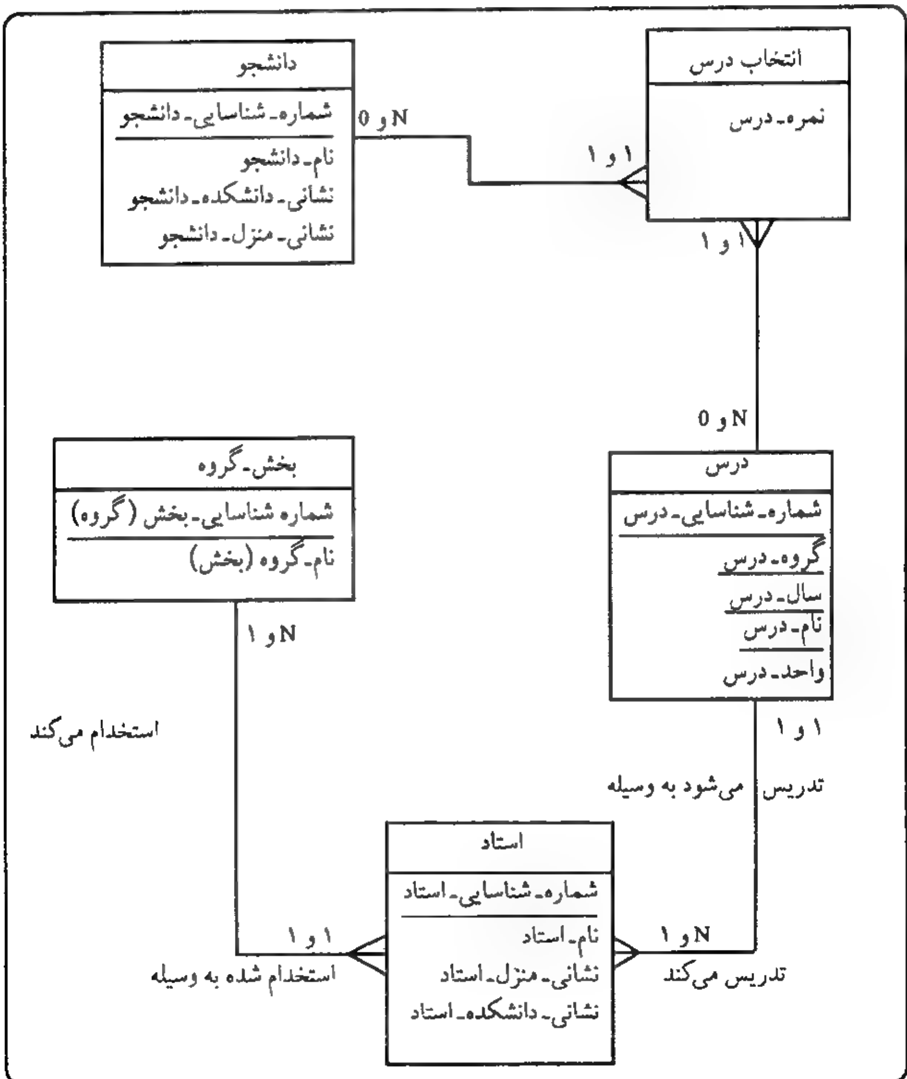
ج) مدل مفهومی اطلاعات را با ساختار رابطه‌ای نشان دهید.

۶. شمای رابطه‌ای در نمودار ۲۵ـ۵ طراحی نهایی پایگاه اطلاعاتی برای مدل مفهومی اطلاعات نمودار ۲۴ـ۵ است. با استفاده از این شمای پایگاه اطلاعات به پرسشهای ذیل پاسخ دهید، هر پیش‌فرضی که ضرورت آن را احساس می‌کنید بیان نمایید.

الف) آیا طرح منعطف است؟ شرح دهید.

ب) آیا طراح کارآست؟ شرح دهید.

ج) اگر اطلاعات ذخیره شده در پایگاه اطلاعاتی محرمانه باشد، چه مختصاتی برای طرح پیشنهاد می‌دهید تا از انسجام اطلاعات حفاظت شود.



نمودار ۵ـ۲۴ سیستم انتخاب درس

جدول درس را ایجاد کنید

(شماره- شناسایی- درس	عدد (۱۰) صفر نیست،
گروه- درس	عدد (۲) صفر نیست،
سال- درس	عدد (۴) صفر نیست،
نام- درس	حرف (۲۰)،
واحدهای- درس	عدد (۱)،
دانشجو- درس*	عدد (۳)،
شماره- شناسایی- استاد	عدد (۱۰))؛

* **تعداد- دانشجو- درس:** تعداد دانشجویان ثبت‌نام کرده در آن درس است.

جدول ثبت درس را ایجاد کنید

(شماره شناسایی- درس	عدد (۱۰) صفر نیست،
گروه- درس	عدد (۲) صفر نیست،
سال- درس	عدد (۴) صفر نیست،
شماره شناسایی- دانشجو ۱	عدد (۱۰) صفر نیست،
نمرهٔ درس	حرف (۱)،
تاریخ- ثبت- درس	عدد (۸)،
شماره شناسایی- دانشجو ۲	عدد (۱۰))؛

جدول استاد را ایجاد کنید

(شماره شناسایی- استاد	عدد (۱۰) صفر نیست،
نام- استاد	حرف (۳۰)،
نشانی- دانشکده- استاد	حرف (۳۰)،
نشانی- خانه- استاد	حرف (۵۰)،
شماره شناسایی- بخش	عدد (۱۰)،
نام- بخش (گروه)	حرف (۲۰))؛

جدول دانشجو -۱ را ایجاد کنید

(شماره شناسایی- دانشجو	عدد (۱۰) صفر نیست،
نام- دانشجو	حرف (۳۰))؛

جدول دانشجو -۲ را ایجاد کنید

(شماره شناسایی- دانشجو	عدد (۱۰) صفر نیست،
نام- دانشجو	حرف (۲۰)،

جدول درس را ایجاد کنید

نشانی- دانشکده- دانشجو	حرف (۵۰)،
نشانی- خانه- دانشجو	حرف (۵۰)،

معدل* ـ دانشجو اعشاری (۲/۱))؛

* معدل ـ دانشجو برابر معدل دروس گذرانده شده توسط دانشجو است.

فهرست اصلی منحصر به فرد ایجاد کنید ـ درس با درس (شماره شناسایی ـ درس، گروه ـ درس، سال ـ درس)؛

فهرست اصلی منحصر به فرد ایجاد کنید ـ ثبت درس با ثبت درس (شماره شناسایی ـ درس، شماره شناسایی ـ دانشجو)؛

فهرست اصلی منحصر به فرد ایجاد کنید ـ استاد با استاد (شماره شناسایی ـ استاد)؛

فهرست اصلی منحصر به فرد ایجاد کنید ـ دانشجو۱ با دانشجو ۱ (شماره شناسایی ـ دانشجو)؛

فهرست اصلی منحصر به فرد ایجاد کنید ـ دانشجو ۲ با دانشجو ۲ (شماره شناسایی ـ دانشجو)؛

نمودار ۵ـ۲۵ شمای رابطه‌ای

۷. طرح جای سابقه بر روی دیسک را در نمودار ۲۶ـ۵ مرور کنید، و آنگاه اقدامهای زیر را انجام دهید. هر پیشفرضی را که دارید فهرست کنید.

الف) سابقه را در سطح اول ساده‌سازی کنید.

ب) سابقه را در سطح دوم ساده‌سازی کنید.

ج) سابقه را در سطح سوم ساده‌سازی کنید.

پروژه

شماره شناسایی ـ پروژه	تاریخ ـ پروژه	شماره شناسایی ـ ارباب رجوع	نام ـ ارباب رجوع	نشانی ـ ارباب رجوع	شماره شناسایی ـ کارفرما	نام ـ کارفرما	شماره شناسایی ـ گروه	نام گروه
۰۱	۸۰/۱/۷	۱۰۳	رضادانا	شمیران، تهران	۰۲	مجید بینا	۱	مسکونی
۰۲	۸۰/۱/۸	۱۵۰	شرکت پاک	شمیران ـ تهران	۰۶	میناگویا	۲	پروژه خاص
					۰۵	پرویزشاکر	۱	مسکونی
۳	۸۰/۱/۱۵	۱۵۰	شرکت ناب	شمیران ـ تهران	۲	امید آزاد	۱	مسکونی

نمودار ۲۶ـ۵ طرح جا و مکان سابقه

فصل ششم

طراحی برنامه نظام‌یافته

مقدمه طراحی برنامه[1]

در حین طراحی برنامه، مختصاتی شکل می‌گیرند که برنامه‌نویسان را در مراحل برنامه‌نویسی و استقرار سیستم هدایت می‌کنند. روشن است که مختصات خوب به تنظیم مجموعه برنامه‌هایی می‌انجامد که پاسخگوی خواسته‌های کاربر سیستم بوده و نگهداری از آنها ساده باشد.

طراحی برنامه نظام‌یافته مشتمل بر به کارگیری مجموعه‌ای از فنون، خط‌مشیها، و روشهای به رمز درآوردن و آزمایش برنامه است که از طریق کاهش پیچیدگی برنامه سیستم، نگهداری آن را آسانتر می‌سازد؛ در طراحی برنامه نظام‌یافته، از طریق شکستن برنامه‌ها در قالب اجزای کوچکی به نام سلول، پیچیدگی آنها را کاهش می‌دهند. حالت مطلوب آن است که هر سلولِ برنامه، وظیفه یا فعالیت متفاوتی را، مستقل از سایر سلولهای نسبتاً ساده ـ که به رمز درآوردن، آزمایش، و نگهداری آنها ساده‌تر از یک برنامه بزرگ و پیچیده است ـ به انجام برساند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۷۱).

برای طراحی برنامه نظام‌یافته از نمودار ساخت[2] و «زبان تعریف برنامه»[3] استفاده می‌شود. نمودار ساخت، فهرستی از رئوس مطالب برنامه (حاوی مشخصات سلولها و نحوه اتصال آنها با یکدیگر) ارائه می‌کند (هاریس کیویکز، ۱۹۹۷، ص ۳۷۵).

---

1. structured program design
2. structure chart
3. program definition language (PDL)

زبان تعریف برنامه نیز معرف فرایند هر سلول است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۷۱).

خط‌مشیهای طراحی برنامه به مثابه آیین‌نامه‌هایی برای ارزیابی پیچیدگی مدلها در قالب «نمودار ساخت» و «زبان تعریف برنامه» تدوین می‌شوند. روش طراحی، رویه‌ای را برای شناسایی برنامه‌ها، و تهیه و تنظیم و پالایش نمودار ساخت و زبان تعریف برنامه، برای برنامه‌های مذکور ارائه می‌کند.

نمودار ۱ـ۶ به‌طور خلاصه «طراحی برنامه نظام‌یافته» را نشان می‌دهد. ورودیهای این فراگرد عبارتند از: نمودار جریان اطلاعات (DFD)، رویه‌های کاربران، مختصات پایگاه اطلاعاتی، نحوهٔ تعامل با سیستم، ذخیرهٔ مستندات طراحی و فرهنگ اطلاعات (داده‌ها).

فرهنگ «داده‌ها»

فرهنگ «داده‌ها» عبارت است از توصیف مکتوب «داده‌هایی» که در پایگاه اطلاعاتی موجود است. به عبارت دیگر، سندی را که نمودار جریان اطلاعات را به‌همراه شرحی دربارهٔ تمام اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن دربردارد، فرهنگ «داده‌ها» گویند. در این سند هریک از عناصر داده‌ای ثبت می‌شود. نمونه‌ای از «فرهنگ داده‌ها» در نگاره ۱ـ۶ آمده است. برای مثال هنگام ثبتِ عنصر داده‌ای به صورت: **کد ـ محصول** تشریح می‌شود و همهٔ نامهای جایگزین برای هر عنصر داده‌ای را نیز ذکر می‌کند.

نخستین فرهنگ «داده‌ها» بر روی کاربرگهای از پیش آماده شده ثبت می‌شد. هرچند امروز برخی از فرهنگ «داده‌ها» هنوز به صورت مکتوب تهیه می‌شود ولی به‌طور معمول از فرهنگ «داده‌ها»ی مبتنی بر رایانه استفاده می‌گردد. تشریح داده‌ها در فرهنگ «داده‌ها»ی مبتنی بر رایانه از طریق «زبان توصیف داده» یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی، یک سیستم فرهنگ داده‌ها، یا یک ابزار «مهندسیِ سیستم مبتنی بر رایانه» وارد رایانه می‌شود (مک‌لیود، ۱۹۹۸، ص ۶۰۲؛ دیویس و السون، ۱۹۸۵، ص ۵۰۵).

عنصر داده‌ای: کد- محصول
معادل: شماره- محصول
شرح: کد پنج تایی، که دوتای اول «حرفی» است و برای بیان «طبقه» به کار می‌رود. دوتای بعدی «عددی» است که برای بیان درون هر طبقه است.
محل استفاده: صورتحساب

ساختار داده: صورتحساب
عنوان- صورتحساب
تأمین کننده
شماره- سفارش
سری- صورتحساب
کد- محصول
مقدار
قیمت
داده- تأمین کننده

شرح: شکل استاندارد ساخته شده از صورتحساب تأمین‌کننده

محل استفاده:
پایگاههای داده‌ای:
جریانهای داده‌ای:
صورتحسابهای تأمین کننده

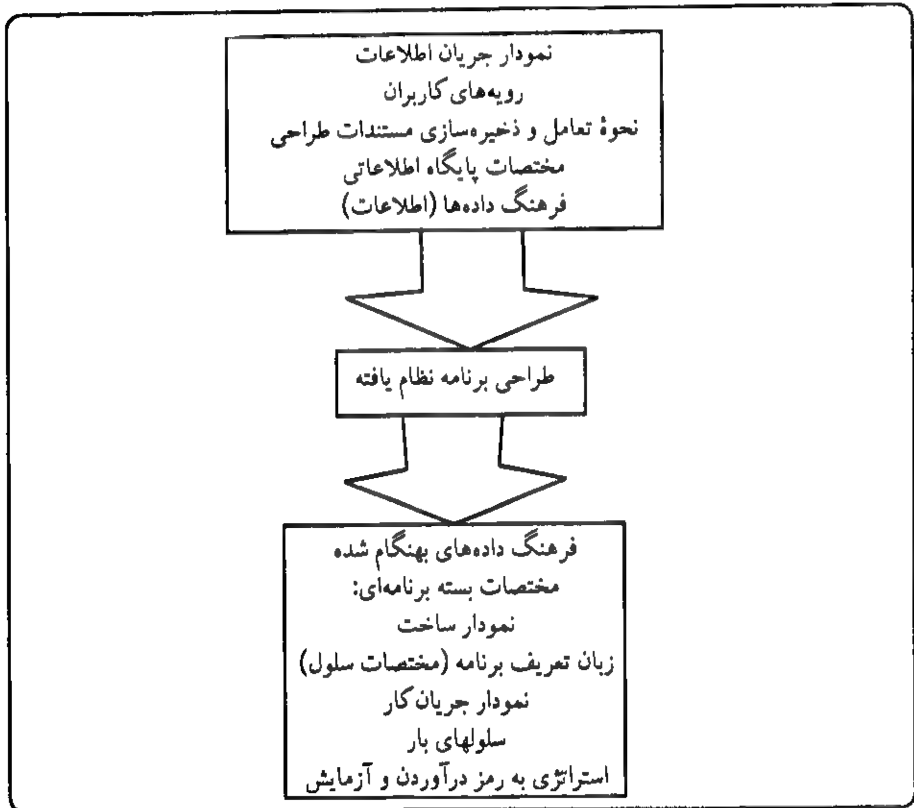
جریان داده: صورتحساب- تأمین کننده
منبع:
موجودیت خارجی تأمین کنندگان یا فراگرد:
مقصد:
موجودیت خارجی یا فراگرد: ۱- ۳. ۱
ساختار داده: به تأمین کننده بستگی دارد
حجم: ده / روز
شرح فیزیکی: صورتحسابهای کاغذی، شکل آن به تأمین کننده بستگی دارد

پایگاه داده: صورتحسابها
محتویات: صورتحساب + تاریخ- دریافت
+ تاریخ- پرداخت

فراگردها با استفاده:
۳.۷ صورتحساب فروشگاه
۷.۲.۱ سابقه پرداخت
شرح فیزیکی: پرونده رایانه
اندازه: متوسط ۲۰.۰۰۰ سابقه

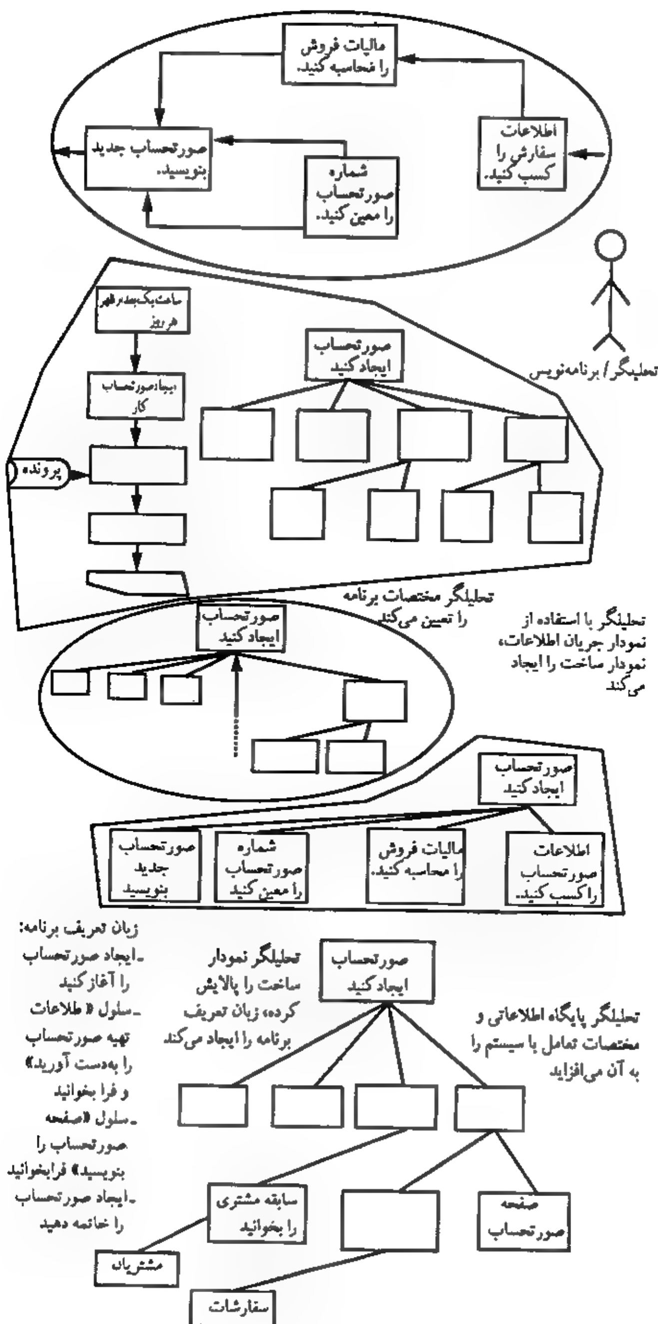
نگاره ۶.۱ ثبت داده‌ها برای تحلیل ساختار یافته سیستم

خروجیهای آن نیز عبارتند از: فرهنگ «داده‌ها»ی بهنگام شده، مختصات بستهٔ برنامه نرم‌افزاری، مشتمل بر نمودارهای ساخت، زبان تعریف برنامه برای هر سلول (مختصات هر سلول)، نمودارهای جریان کار، سلولهای بار، و راهبرد به رمز درآوردن و آزمایش سلولهای برنامه (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۸).



نمودار ۶.۱ فراگرد طراحی برنامه نظام یافته

ممکن است این سؤال مطرح شود که «چرا عمل به رمز درآوردن و آزمایش برنامه‌ها به‌طور مستقیم از روی نمودار جریان اطلاعات انجام نمی‌گیرد، تا بدین ترتیب نیاز به استفاده از نمودار ساخت و زبان تعریف برنامه برطرف شود؟». پاسخ این است که نمودار جریان اطلاعات، جزئیات سیستم را شرح می‌دهد؛ به‌طوری که با استفاده از آن می‌توان میزان آشنایی طراحان با نیازهای کاربران را ارزیابی کرد. این نمودار

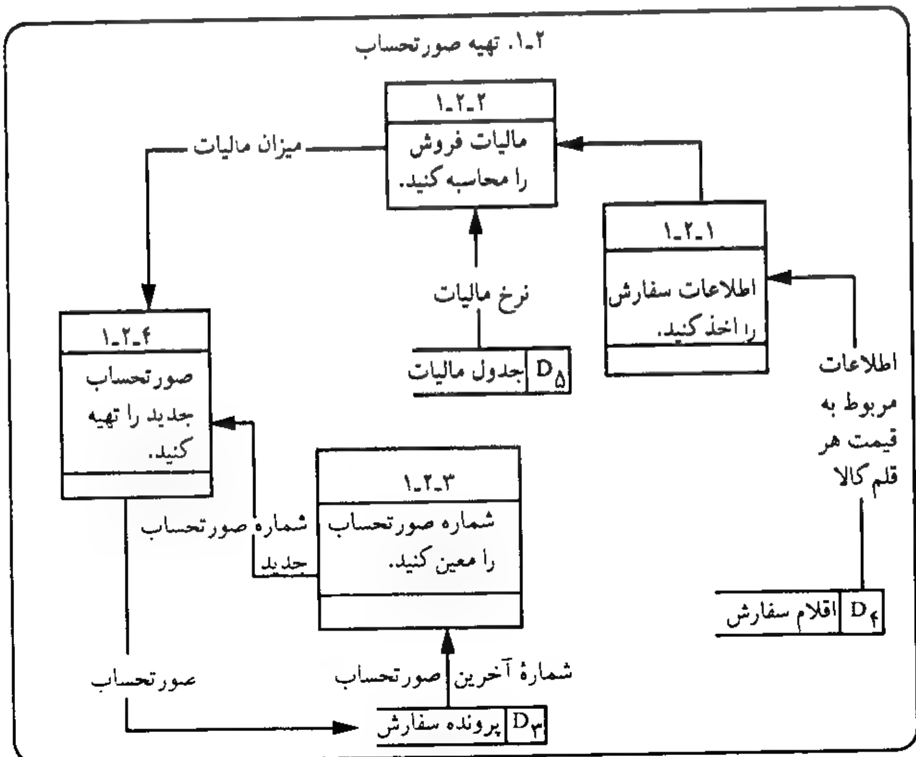


نمودار ۲ـ۶ فراگرد طراحی برنامه نظام یافته

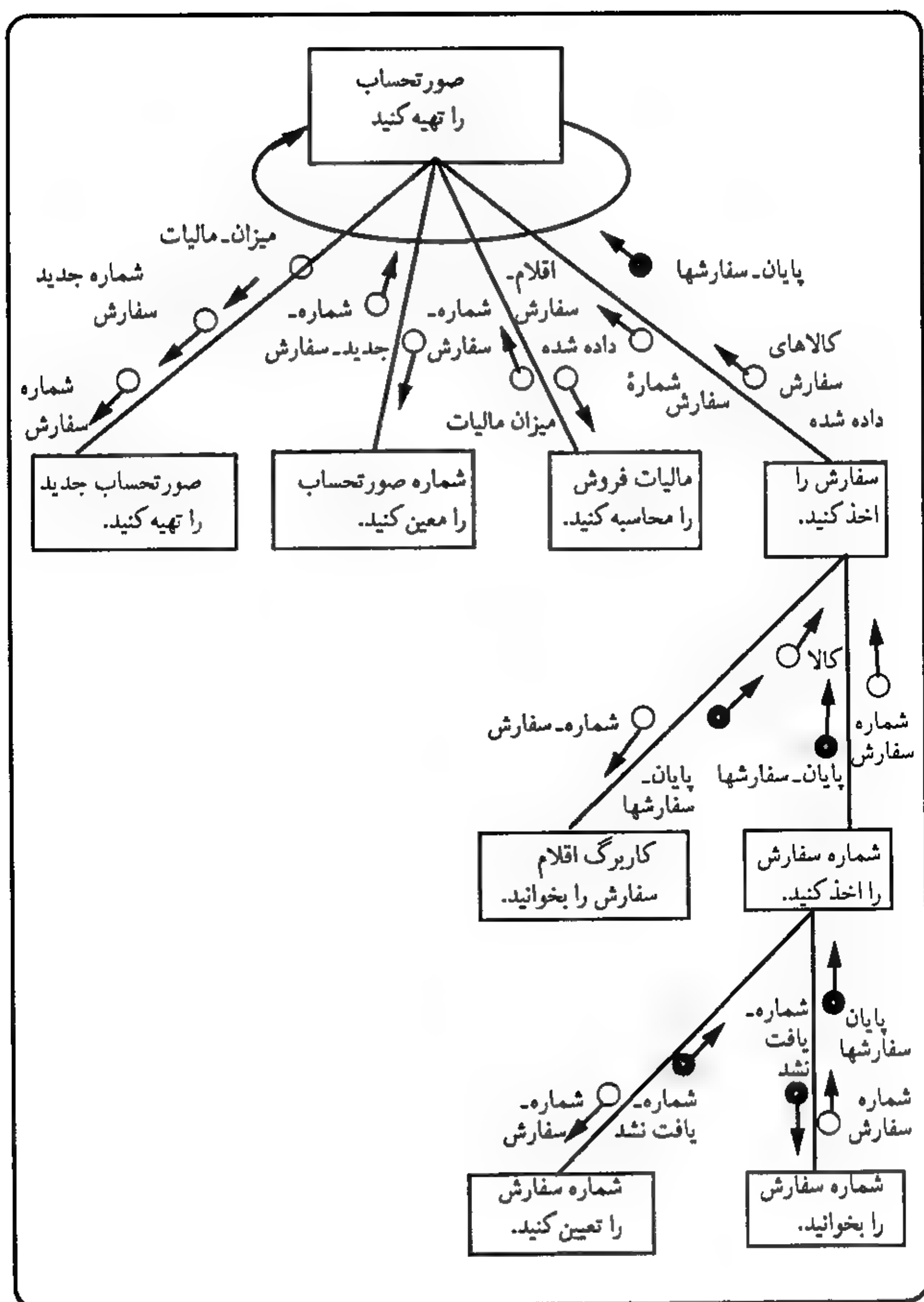
اطلاعاتی را دربارهٔ ورودی، خروجی، و نحوه عملکرد فراگرد تبدیل ورودی به خروجی سیستم، ارائه می‌دهد؛ ولی شرح اطلاعات را که مشتمل بر اطلاعات ضروری برای کنترل فراگرد برنامه‌های رایانه‌ای است، دربرنمی‌گیرد.

اطلاعات تفصیلی طراحی، مانند ویژگیهای پایگاه اطلاعاتی، خطاهای پیام‌رسانی، و شرایط نهایی هر پرونده، در نمودار جریان اطلاعات ذکر نمی‌شود. از نمودار ساخت و زبان تعریف برنامه که تسهیلاتی برای بیان اطلاعات فراهم می‌آورند، برای طراحی برنامه استفاده می‌شود.

نمودار ۳ـ۶، فراگرد طراحی برنامه برای سیستم پیگیری سفارش شرکت عدالت‌گستر را نشان می‌دهد که در آن به مثابه نخستین گام، برنامهٔ تهیه صورتحساب (با استفاده از نمودار جریان اطلاعات) نوشته شده است. پیش‌نویس اولیه نمودار ساخت «صورتحساب» نیز در نمودار ۴ـ۶ ملاحظه می‌شود.



نمودار ۳ـ۶ نمودار جریان اطلاعات برای «تهیه صورتحساب»



نمودار ۶.۴ نخستین نسخه نمودار ساخت «تهیه صورتحساب»

فنون طراحی برنامهٔ نظام‌یافته

با توجه به نمودار ساخت «تهیه صورتحساب» (نمودار ۵ـ۶)، این نکته مهم آشکار می‌شود که می‌توان کل یک برنامه (مشتمل بر صدها خط برنامه)، را از طریق نمایش یک صفحه مصور درک کرد. طراح می‌تواند ابتدا نمودار ساخت را ترسیم کند و سپس با هدف حفظ سادگی در طراحی، آن را ارزیابی و پالایش کند. متعاقب رضایت طراح از طراحی، می‌توان مشخصات برنامه تفصیلی را ـ که برای برنامه‌نویسی لازم است ـ به زبان تعریف برنامه نوشت. حُسن فنون نظام‌یافته در این است که بدون درگیری با جزئیات، امکان طراحی برنامه را فراهم می‌آورد. در اینجا به‌طور خلاصه، فنون تنظیم نمودار ساخت و زبان تعریف برنامه توضیح داده می‌شوند.

نمودار ساخت

نمودار ساخت، تعریف ترسیمی برنامه است که سلولهای برنامه، سلسله‌مراتب و سازمان ارتباطی سلولها، و اطلاعات درحال تبادل میان آنها را به نمایش می‌گذارد (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۷۸؛ اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶).

در نمودار ساخت از سه علامت ذیل استفاده می‌شود:

۱. سلول؛

۲. اتصال سلولها؛

۳. جریان اطلاعات.

بجز این علامتهای ضروری، برای تشریح فرایندهای ویژه، مانند صفحهٔ نمایش[1] و دسترسی به پرونده‌ها، گروه دیگری از علامتها مورد استفاده قرار می‌گیرند که در نمودار ۶ـ۶ ارائه شده‌اند (متزجر،[2] ۱۹۹۱، ص ۶۵۹).

سلول. هر مستطیل نامگذاری شده، معرفِ یک سلول است (نمودار ۶ـ۶). هر سلول مشتمل بر مجموعه‌ای از جملات و دستورالعملهاست که برای انجام یک وظیفه در برنامه، اجرا می‌شوند (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۷۹؛ کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۶۵). نام هر سلول، بیانگر وظیفه یا فعالیت آن است. برای مثال، در نمودار ۵ـ۶، منظور از

---

1. screen
2. Metzger, Philip W.

دستورالعمل «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید»، آن است که باید اطلاعات مورد نیاز برای تنظیم صورتحساب، در سلول «تهیه صورتحساب» بازیابی شوند. اطلاعاتی که برای «تهیه صورتحساب» ارسال می‌شوند، شامل «تاریخ صورتحساب»، «تعداد سفارش»، و «مبلغ سفارش» است. تشریح کامل یک سلول، باید مشتمل بر توضیح موارد ذیل باشد:

۱. وظیفه؛

۲. ورودی؛

۳. خروجی؛

۴. نحوه پردازش؛

۵. اطلاعات درونی.

با صدور دستورالعمل «مالیات فروش را محاسبه کنید» (نمودار ۵ـ۶)، مبلغ مالیات بر مبنای میزان فروش و شمارهٔ منطقه فروش، محاسبه می‌شود. ورودیهای این سلول عبارتند از «میزان فروش» و «شمارهٔ منطقه فروش». خروجیِ سلول مذکور نیز «میزان مالیات فروش» است. فراگرد و داده‌های داخلی آن نیز نحوه محاسبهٔ میزان مالیات توسط سلولِ «مالیات فروش را محاسبه کنید» را تشریح می‌کنند (مسأله پردازش و داده‌های داخلی سلول در مبحث مربوط به «زبان تشریح برنامه»، توضیح داده می‌شود).

تأکید بر هدف «ساده‌سازی در طراحی برنامه»، قانون مهمی را به طراحان سلول دیکته می‌کند. این قانون عبارت است از اینکه «هر سلول برنامه باید فقط یک نقطه ورودی و یک نقطه خروجی داشته باشد»؛ یعنی عملیات هر سلول، همواره فقط به یک شکل اجرا می‌شود. هر برنامه از جملات واحدی استفاده می‌کند، و داده و بازداده یکسانی دارد. برای مثال، سلول «مالیات فروش را محاسبه کنید»، مالیات فروش را فقط از روی میزان فروش و شماره منطقه فروش محاسبه می‌کند، و همواره میزان مالیات بر فروش محاسبه شده را بدون توجه به این‌که کدام سلول آن را اجرا می‌کند، ارائه می‌دهد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۷۷؛ الیاسون، ۱۹۸۷، ص ۷۹).

اتصال سلولها[1]. سلولهای برنامه از یکدیگر مجزا نیستند و باید با هم مرتبط باشند تا بتوانند وظیفه کلی برنامه را به انجام برسانند. نمودار ساخت، سلسله‌مراتبی از سلولهای مرتبط به هم را تشریح می‌کند که آن را سلسله‌مراتب فراخوانی می‌نامند؛ به این ترتیب، با استفاده از نمودار ساخت می‌توان مسیرهای ارتباطی و انواع ارتباطات موجود میان سلولها را شناسایی کرد مسیرهای ارتباطی یا اتصالهای سلولی موجود در نمودار ساخت را با خطوطی که میان سلولها ترسیم می‌شود، نشان می‌دهند (نمودار ۶-۶). هر خط اتصال، بر یک فراخوانی دلالت دارد که در آن یک سلول اجرایی جملاتی را از سلول دیگر درخواست می‌کند. در نمودار ۶-۵ دستورالعمل «مالیات فروش را به دست آورید»، درخواست می‌کند که مالیات بر فروش، برای مبلغ معینی محاسبه شود. این امر با فراخوانی «مالیات فروش را محاسبه کنید» انجام می‌گیرد؛ به این ترتیب سلول فراخوان را رئیس و سلول خوانده شده را مرئوس یا کارگر می‌نامند (اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶۱؛ آلتر، ۱۹۹۲، ص ۷۲۰).

جریان اطلاعات[2]. دو نوع اطلاعات میان سلولها مبادله می‌شود که عبارتند از:

۱. اطلاعات کنترلی؛

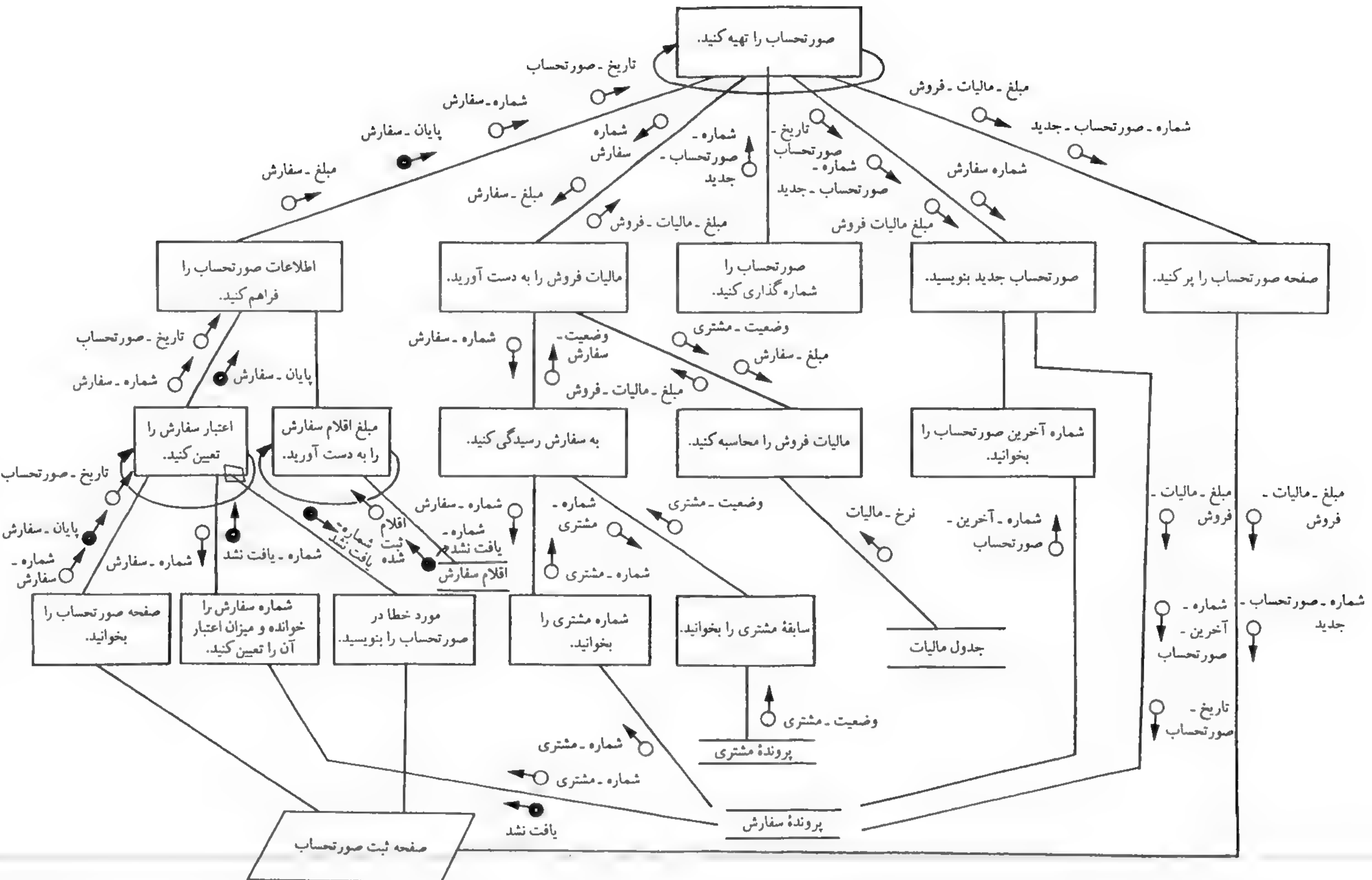
۲. اطلاعات خام (نمودار ۶-۶).

هر جریان کنترلی با پیکانی که ابتدای آن متصل به یک دایره کوچک پُر است و نوک آن جهت جریان را نشان می‌دهد، مشخص می‌شود. این علامت، مانند یک پرچم هشدار یا راهنمایی است که نحوهٔ پردازش یک سلول یا گزارشهای دال بر تأیید اعتبار یک وضعیت را هدایت می‌کند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۷۸؛ کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۶۵؛ اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶۰).

در نمودار ۶-۵، هنگامی که جریان کنترلی «پایان سفارش» آغاز می‌شود، سلول «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید» به سلول «صورتحساب را تهیه کنید» گزارش می‌دهد که کاربر وارد کردن شماره‌های سفارش را به پایان رسانده است. آنگاه سلول «صورتحساب را تهیه کنید»، درخواست تهیه اطلاعات- از سلول «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید»- را متوقف می‌کند.

---

1. module connection
2. information flow



نمودار ۶.۵ نسخه کامل نمودار ساخت «تهیه صورتحساب»

نام	علامت	مثال
سلول	(مستطیل)	اطلاعات مربوط به صورتحساب را فراهم کنید.
اتصال سلولی	سلول (رئیس) — سلول (کارگر)	اطلاعات مربوط به صورتحساب را فراهم کنید. / مبلغ اقلام سفارش را محاسبه کنید. / اعتبار سفارش را تعیین کنید.
	سلول / انواع جریانهای اطلاعاتی / جریان توأم اطلاعات و کنترل / جریان کنترل / جریان اطلاعات / سلول	اطلاعات مربوط به صورتحساب را فراهم کنید. / تعداد ـ سفارش / میزان ـ سفارش / مبلغ اقلام سفارش را محاسبه کنید. / تاریخ ـ صورتحساب / شماره ـ سفارش / اعتبار سفارش را تعیین کنید.
حلقه بازخور (تکرار) و لوزی تصمیم گیری	سلول تصمیم / سلول / سلول / سلول	گزارشها را چاپ کنید. / گزارش ثبت سفارش را چاپ کنید. / گزارش صاحبان مواد اولیه را چاپ کنید. / تصمیم / اعتبارسفارش‌را تعیین کنید. / شماره صورتحساب را بنویسید. / اعتبار تعداد سفارش را معین کنید. / صفحه صورتحساب را بخوانید.
پایگاههای اطلاعاتی	پرونده	پرونده : سفارشات
صفحه‌ها	صفحه‌ها	صفحه : صفحه ثبت صورتحساب

جریان خواندن ←

نمودار ۶ـ۶ علایم نمودار ساخت

هر «جریان اطلاعات» با پیکانی که ابتدای آن متصل به یک دایره کوچک خالی است و نوک آن جهت جریان اطلاعات را نشان می‌دهد، مشخص می‌شود. هر «جریان اطلاعات» یک یا چند ارزش اطلاعاتی را دربردارد. برای مثال جریان «تعداد سفارش» در نمودار ۵ـ۶ فقط یک «جزء اطلاعات» را دربردارد؛ درحالی که، جریان «اقلام ثبت شده»، تمامی یک «سابقه»[1] را با چندین جزء اطلاعاتی دربرمی‌گیرد.

مکملها[2]. مکمل نمودار ساخت، مجموعهٔ علایمی است که برای نشان دادن بازخور (تکرار)، تصمیمات، پرونده‌های پایگاه اطلاعاتی و صفحه به کار می‌روند (نمودار ۶ـ۶). علامت حلقه بازخور، پیکان مدوری است که دور اتصال سلولهای فراخوانده شده، کشیده می‌شود (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۷۹). در نمودار ۵ـ۶ سلول «صورتحساب را تهیه کنید» به تکرار درخواست «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید»، «مالیات فروش را به دست آورید»، «صورتحساب را شماره گذاری کنید»، «صورتحساب جدید را بنویسید»، و «صفحه صورتحساب را پر کنید» می‌انجامد. تصمیم را با یک لوزی نشان می‌دهند که اتصالهای سلولهای مندرج در رویه آن تصمیم را درمی‌گیرد. در نمودار ۵ـ۶ سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید» برای فراخوانی سلول «موارد خطا در صورتحساب را بنویسید»، در صورت ضرورت باید تصمیم بگیرد. پرونده‌ها را با دو خط موازی و صفحه را با یک متوازی‌الاضلاع نشان می‌دهند.

زبان تعریف برنامه

زبان تعریف برنامه (PDL) برای بیان و تشریح دقیق ساختار مکانیکی و اطلاعات داخلی یک سلول به کار می‌رود؛ یعنی جملات پردازش یک سلول را مشخص می‌کند. «زبان تعریف برنامه» با «زبان انگلیسی ساختار یافته»ای که قادر است فراگردهای سطوح پایینترِ یک نمودار جریان اطلاعات را به دقت معرفی کند، شباهت دارد. مختصات فراگرد «نمودار جریان اطلاعات»، همهٔ شرایطی را که هنگام تبدیل اطلاعات ورودی

---

1. record
2. supplements

به اطلاعات خروجی پدیدار می‌شوند، دربرمی‌گیرد. تفاوت زبان تعریف برنامه با زبان انگلیسی ساختار یافته در این است که زبان تعریف برنامه از جملاتی استفاده می‌کند که به‌طور دقیق، فقط به منظور فراخوانی از سایر سلولها، عوامل اطلاعاتی، جریان کنترل میان سلولها، گفتگو با کاربران، کنترل برای خطایابی، دسترسی به پایگاه اطلاعاتی، و تعریف اطلاعات به کار رفته در سلول به کار می‌روند. برنامه‌نویسان این جملات را برای به رمز درآوردن سلولها در یک زبان برنامه‌نویسی به کار می‌برند، البته زبان تعریف برنامه، به‌طور دقیق از همان ترکیب زبان برنامه‌نویسی تبعیت نمی‌کند؛ ولی می‌توان آن را به آسانی به کدهای برنامه‌نویسی تبدیل کرد.

برای مقایسه زبان تعریف برنامه با زبان انگلیسی ساختار یافته، سلول «مالیات فروش را محاسبه کنید» را در نمودار ۵-۶ در نظر بگیرید. در زبان انگلیسی ساختار یافته، مختصات فراگرد «مالیات فروش را محاسبه کنید» به صورت ذیل قابل بیان است:

- نام منطقهٔ فروش و میزان فروش را وارد کنید.
- نرخ-مالیات هر منطقه-فروش را از جدول مالیات استخراج کنید.
- مبلغ-فروش را در نرخ-مالیات ضرب کنید تا مبلغ-مالیات به دست آید. مبلغ-مالیات را چاپ کنید.

مختصات فوق در زبان تعریف برنامه به صورت ذیل بیان می‌شود:

- محاسبه مالیات-فروش را آغاز کنید (میزان-مالیات-فروش، منطقه-فعالیت مشتری، میزان-سفارش).
- جدول-مالیات،
- کارت شناسایی-مشخصات-منطقهٔ فروش،
- نرخ-مالیات را ذخیره کنید.
- میزان-مالیات-فروش را بر روی عدد صفر تنظیم کنید.
- اگر «شمارهٔ-شناسایی-منطقهٔ فروش»، معرف همان «منطقه-فعالیت-مشتری» مورد نظر است (هرگاه شماره شناسایی-منطقهٔ فروش با شماره-منطقهٔ فعالیت-مشتری برابر شد)، جدول مالیات را بخوانید.
- مبلغ-مالیات-فروش (مقدار-سفارش ضرب در نرخ-مالیات) را محاسبه کنید.
- محاسبه مالیات-فروش را خاتمه دهید.

ترکیب سه ساخته اساسی زبان تعریف برنامه برای کنترل برنامه، عبارت است از: «توالی»، «حلقه بازخور» و «تصمیم». به علاوه، زبان تعریف برنامه برای «فراخوانی سلولها»، «عبور عوامل» (جریانهای اطلاعات و جریانهای کنترل)، «پالایش سلول»، «دستیابی به پرونده»، و «نحوه محاسبه» نیز ترکیب ویژه‌ای ارائه می‌کند.

این ترکیب ویژه در نگارهٔ ۲ـ۶ تشریح شده است. نگارهٔ ۳ـ۶ نیز (براساس نمودار ۵ـ۶) مثالی از زبان تعریف برنامه را برای سلولهای «صورتحساب را تهیه کنید» و «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید» ارائه می‌دهد (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۵۵).

روش تهیه نمودار ساخت

با استفاده از فنون طراحی برنامه نظام‌یافته، برنامه‌هایی تهیه می‌شود که نگهداری آنها آسان است. البته طراحی را باید با ترسیم نمودار جریان اطلاعات آغاز کرد تا اطمینان حاصل شود که برنامه‌ها طبق خواسته‌های کاربر نوشته می‌شوند. بنابراین، نخستین گام ضروری برای طراحی برنامه نظام‌یافته، تبدیل نمودار جریان اطلاعات به نمودار ساخت برنامه است؛ بدین منظور می‌توان از دو فن نظام‌یافته استفاده کرد:

۱. تجزیه و تحلیل تبدیل[1]؛

۲. تجزیه و تحلیل داد و ستد[2].

برحسب ویژگیهای فراگردهایی که در نمودار جریان اطلاعات به‌طور دقیق مشخص می‌شوند، یکی از فنون مذکور (یا هر دوی آنها) برای ایجاد نمودار ساخت به کار می‌رود. پس از ایجاد نمودار ساخت اولیه، پایگاه اطلاعاتی و اطلاعات مربوط به نحوه تعامل کاربر با سیستم، به نمودار ساخت افزوده می‌شوند و هر سلول، به‌طور دقیق (با «زبان تعریف برنامه») تعریف می‌شود.

تجزیه و تحلیل تبدیل

هنگامی که فراگردهای «نمودار جریان اطلاعات» ترتیبی یا زنجیره‌ای باشد، برای تهیه

1. transform analysis 2. transaction analysis

فراخوانی سلول	برای فراخوانی سلول، از فعل فراخواندن (پیش از نام سلول فراخوانده شده) و فهرستی از عوامل (جریانهای کنترل و اطلاعاتی که به سلول فراخوانده می‌شوند و از آن بازمی‌گردند) استفاده می‌شود. در فهرست عوامل، نخست جریانهای فرستاده شده به سلول، و سپس جریانهای برگشتی از سلول ذکر می‌شوند. علامت «؛» جریان ورودی را از جریان خروجی جدا می‌سازد؛ در صورتی که هیچ جریانی وارد سلول نشود (جریان ورودی نداشته باشد)، فهرست عوامل با «؛» آغاز می‌گردد؛ برای مثال، شرکت «آ.ب.ج» را فراخوانید: [جریان (۱)؛ جریان (۲)، جریان (۳)] فراخوانی سلول جریان (۱) جریان (۲) جریان (۳) «آ.ب.ج»
بیانیه سلول	یک بیانیه سلول، جملات آغاز تا پایان سلول را تعریف می‌کند. جمله آغازین، مبیّن نام سلول و جریانهای ارسالی و برگشتی از آن است؛ به این ترتیب که نخست جریانهای ارسال شده از سلول و سپس جریانهای فرستاده شده به سلول ذکر می‌گردند. نکته قابل توجه آنکه ترتیب جریانها در اینجا برخلاف ترتیب جریانها در فهرست عوامل فراخوانی سلول است و جمله پایانی فقط نام سلول را دربردارد؛ برای مثال، از سلول «آ.ب.ج» شروع کنید [جریان (۲)؛ جریان (۳)؛ جریان (۱)] به سلول «آ.ب.ج» ختم کنید.
دسترسی به پرونده	جملات دسترسی به پرونده شامل موارد ذیل است: پرونده ـ یک پرونده را مشخص می‌کند. جملات **بخوانید**، **بنویسید**، **پاک کنید**، **تغییر دهید**، ـ نوع عملیات بر روی پرونده را مشخص می‌کند.
محاسبه	استفاده از جمله «محاسبه کنید» یا جملات مشابه، بر دستور به انجام محاسبات دلالت دارد؛ برای مثال، مفهوم جملهٔ «جمع کل را محاسبه کنید = شماره ۱ + شماره ۲» آن است که برای به دست آوردن جمع کل، باید شماره یک به شماره دو افزوده شود.

نگاره ۶.۲ ترکیب «زبان تعریف برنامه»

با سلول «صورتحساب باز کنید» آغاز کنید.
عامل «پایان- سفارش» را بر روی حالت «نادرست» تنظیم کنید. عملیات را آنقدر تکرار کنید، تا عامل «پایان- سفارش» بر روی حالت «درست» قرار گیرد.
سلول «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید» را فراخوانید (؛ پایان- سفارش، مبلغ- سفارش، تعداد- سفارش، تاریخ- صورتحساب).
اگر عامل «پایان- سفارش» نادرست است،
آنگاه:
- سلول «مالیات- فروش را به دست آورید» را فراخوانید (تعداد- سفارش، مبلغ- سفارش؛ مبلغ- مالیات- فروش).
- سلول «شماره- صورتحساب را تعیین کنید» را فراخوانید (؛ شماره- صورتحساب- جدید).
- سلول «صورتحساب- جدید را بنویسید» را فراخوانید (مبلغ- مالیات- فروش، شماره- صورتحساب- جدید، تعداد- سفارش، تاریخ- صورتحساب؛).
- سلول «صفحه صورتحساب را بنویسید» را فراخوانید (مبلغ- مالیات- فروش، شماره- صورتحساب- جدید؛)
- پایان دهید، اگر
تکرار را پایان دهید.
- ایجاد صورتحساب را پایان دهید.
با سلول «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید» آغاز کنید (پایان- سفارش، مبلغ- سفارش، تعداد- سفارش، تاریخ- صورتحساب؛).
- سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید» را فراخوانید (؛ تعداد- سفارش، تاریخ- صورتحساب، پایان- سفارش).
- سلول «مبلغ اقلام سفارش را به دست آورید» را فراخوانید (تعداد- سفارش؛ مبلغ- سفارش)
پایان «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید».

نگاره ۶.۳ زبان تعریف برنامه برای سلولهای «صورتحساب را تهیه کنید» و «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید»

«نمودار ساخت» از روی آن، فن تجزیه و تحلیل تبدیل به کار برده می‌شود. فراگردهای ترتیبی، معمولاً جریانهای اطلاعات را به همان گونه به نمودار ساخت تبدیل می‌کنند که خطوط تولید، مواد اولیه را به محصول تبدیل می‌کنند. برای مثال، مواد خام (ورودیهای

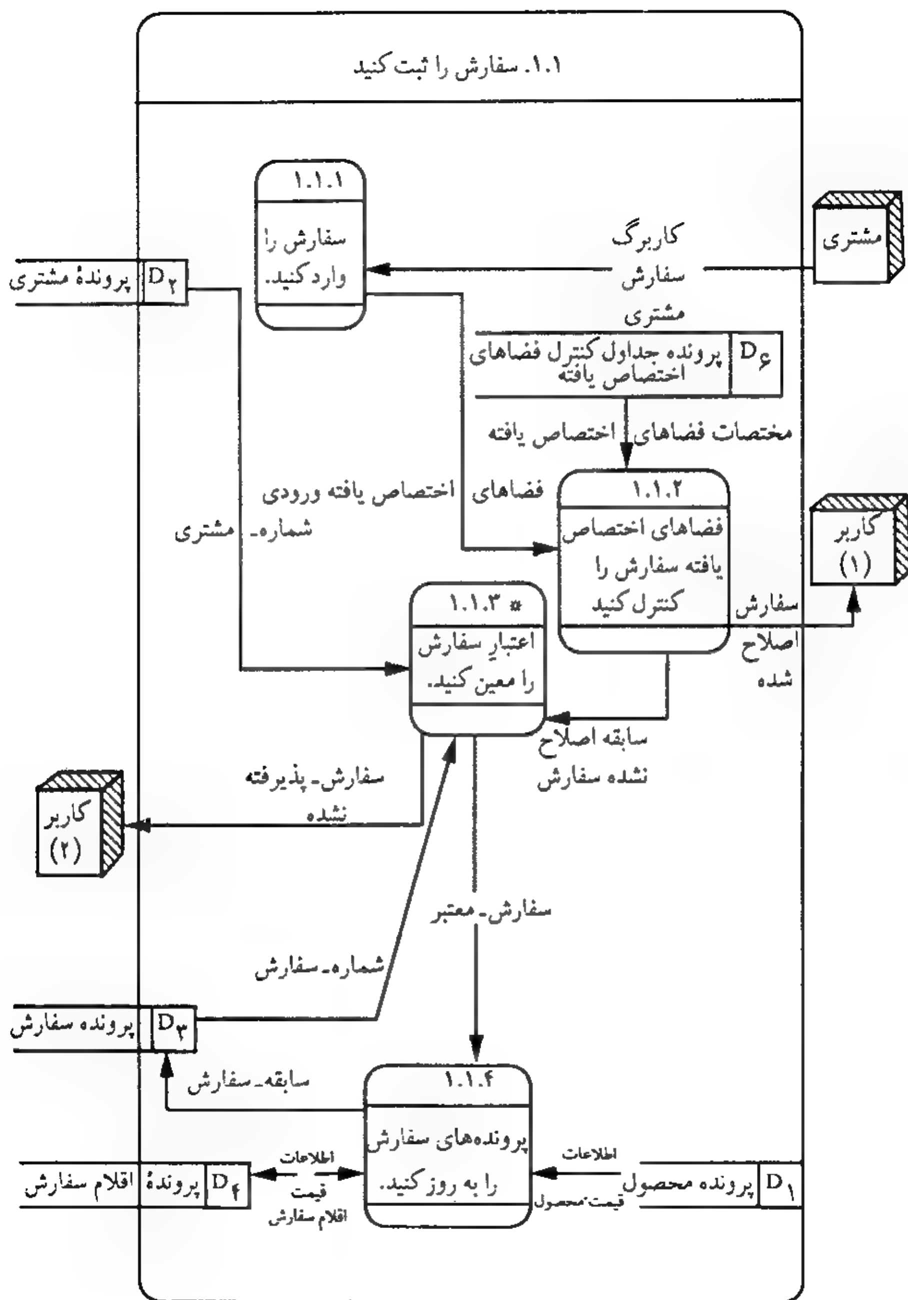
خطوط تولید) از طریق فراگردی گام به گام، به کالاهای ساخته شده (خروجیهای خطوط تولید) تبدیل می‌شوند. در نمودار ۷ـ۶، «سفارش را ثبت کنید»، عنوان یک نمودار جریان اطلاعات با فرایندهایی ترتیبی است. سلول «سفارش را وارد کنید»، سفارش مشتری را از طریق سلولهای ۱.۱.۲، ۱.۱.۳، و ۱.۱.۴ به کاربرگهایی در پرونده‌های سفارش و اقلام سفارش تبدیل می‌کند.

هدفِ «تجزیه و تحلیل تبدیل»، ایجاد یک نمودار ساخت با نظم سلسله‌مراتبی است. سلولهایی که در گوشه سمت راست و بالای نمودار واقع شده‌اند، توسط فراگردهای همراه ورودیهای نمودار جریان اطلاعات (اطلاعات خام و پردازش نشده) شکل می‌گیرند و سلولهایی که در گوشهٔ سمت چپ و بالای نمودار قرار دارند، توسط فراگردهای همراه با خروجیهای نمودار جریان اطلاعات (اطلاعات پردازش شده) شکل می‌گیرند. فراگردهایی که بر روی نمودار جریان اطلاعات قرار داشته و میان مجاری ورودی و خروجی واقع شده‌اند، «ناحیه تبدیل مرکزی» نامیده می‌شوند و سلولهای مرکز نمودار ساخت را تشکیل می‌دهند. به سلولی که در بالای سلسله‌مراتب نمودار ساخت ایجاد می‌شود ـ تا به مثابه مدیرعالی عمل کند ـ سلول برنامه گفته می‌شود.

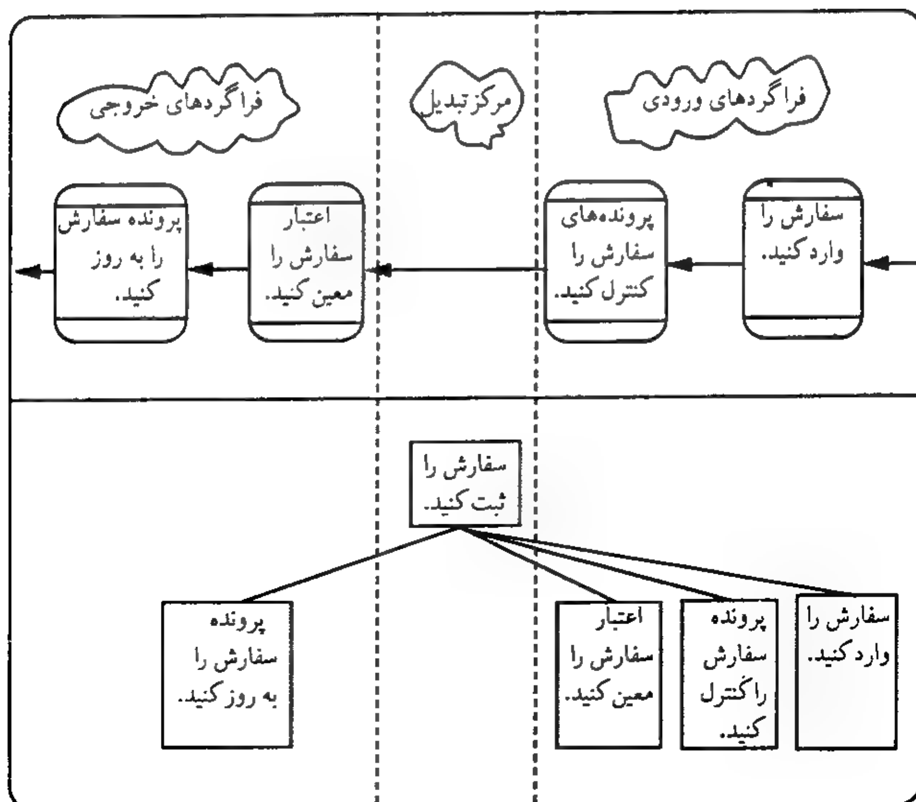
نمودار ۸ـ۶ نحوه تغییر شکل نمودار جریان کار «ثبت سفارش»، به وسیله نمودار جریان اطلاعاتِ «تجزیه و تحلیل تبدیل» را نشان می‌دهد. در رأس نمودار ساخت «ثبت سفارش»، سلول «سفارش را ثبت کنید» قرار دارد (اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶۰؛ آلتر، ۱۹۹۲، ص ۷۲۰؛ هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۸۴).

تجزیه و تحلیل داد و ستد

هنگامی که فراگردهای «نمودار جریان اطلاعات» ساختار عِلّی داشته باشند، برای تهیه «نمودار ساخت» از روی آنها، فن تجزیه و تحلیل داد و ستد به کار می‌رود. عملیات فراگردهای دارای ساختار علّی، بیشتر با عملیات کارگاههای دستی شباهت دارد تا فراگردهای ترتیبیِ خط تولید مونتاژ؛ برای مثال، سفارش دریافت می‌شود و پس از ارزیابی، در مسیر فراگردهای مناسب و ضروری قرار می‌گیرد تا برحسب ماهیت آن، تدارک دیده شود.



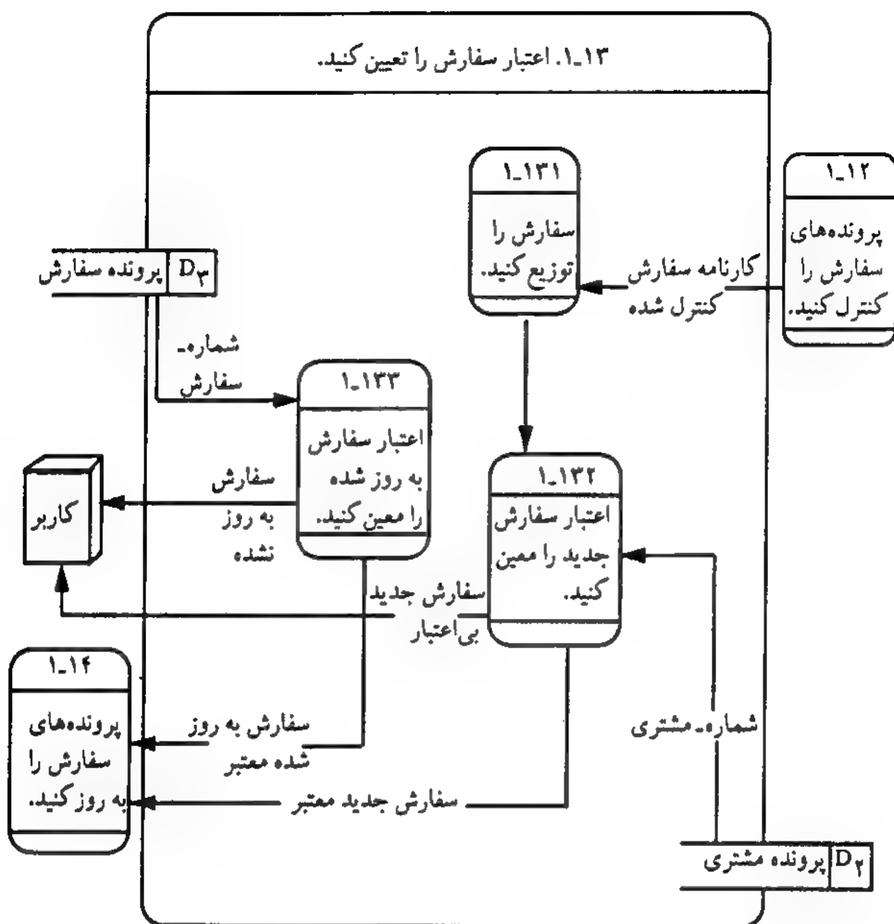
نمودار ۶.۷ یک فراگرد ترتیبی: نمودار جریان اطلاعات «سفارش را ثبت کنید».



نمودار ۸ـ۶ تجزیه و تحلیل تبدیل

می‌توان به فراگردهای تولید موردی به منزله نمونه‌ای سنتی برای ساختار علّی اشاره کرد. در نمودار ۹ـ۶، فراگرد «اعتبار سفارش را معین کنید»، فراگردی با ساختار موردی است. در این فراگرد، خرده فراگرد «سفارش را توزیع کنید»، سابقه‌ای از یک سفارش کنترل شده دریافت می‌کند تا معین کند که آیا این سفارش، یک سفارش جدید است یا سابقه به روز شده (تغییر یافته، حذف شده، یا اصلاح شده) دارد. سپس سابقه سفارش مذکور را برای تعیین اعتبار به یک فراگرد مناسب ارسال می‌کند.

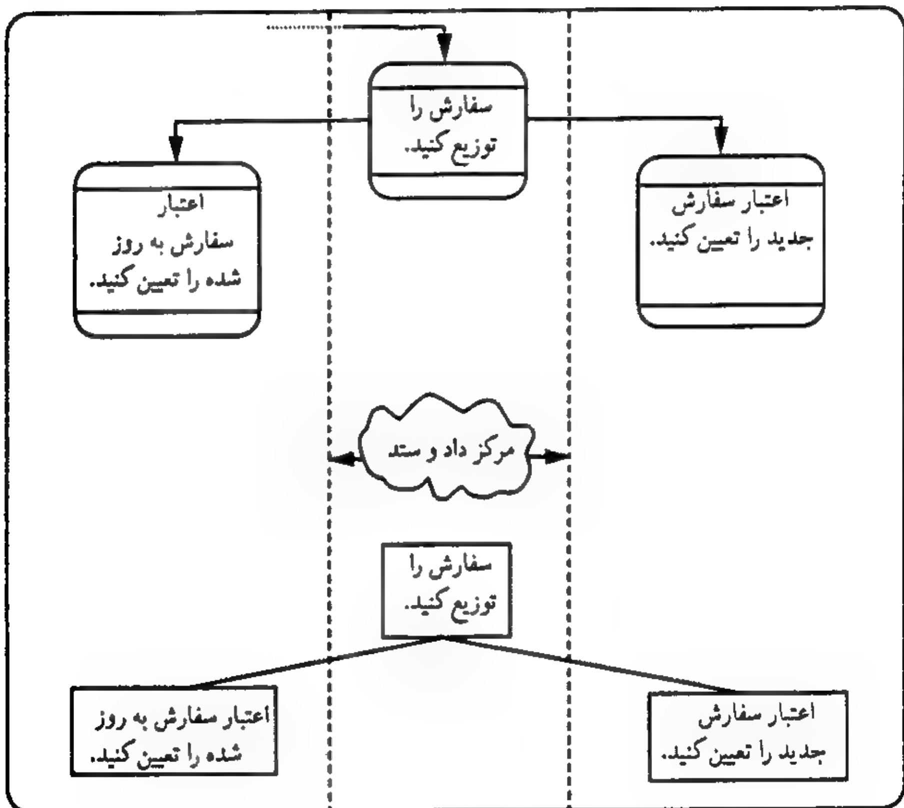
هدف تجزیه و تحلیل داد و ستد، شناسایی فراگردِ تعیین کنندهٔ مسیر جریان اطلاعات ورودی است. این فراگرد با عنوان «مرکز داد و ستد» شناخته می‌شود (هاریس



نمودار ۹ـ۶ فراگردهای دارای ساختار عِلّی: نمودار جریان اطلاعات «اعتبار سفارش را تعیین کنید».

کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۸۷؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۰). پس از تعیین «مرکز داد و ستد»، نمودار ساخت به گونه‌ای شکل می‌گیرد که «مرکز داد و ستد» در نوک سلسله‌مراتب آن باشد. نمودار ۱۰ـ۶، نحوه تغییر شکلِ نمودار جریان اطلاعاتِ فراگرد «اعتبار سفارش را معین کنید» به نمودار ساخت ـ از طریق تجزیه و تحلیل داد و ستد ـ را نشان می‌دهد. معمولاً فنون تجزیه و تحلیل «داد و ستد» و «تبدیل»، بر روی یک نمودار جریان اطلاعات توأمان به کار می‌روند؛ برای مثال، در فراگرد «سفارش را ثبت

کنید» ابتدا از طریق تجزیه و تحلیل تبدیل، نمودار ساخت این فراگرد تهیه می‌شود. سپس از طریق تجزیه و تحلیل داد و ستد، یک نمودار ساخت نیز برای فراگرد «اعتبار سفارش را معین کنید» تهیه می‌گردد که نمودار جریان اطلاعاتِ آن، باز همان فراگرد «اعتبار سفارش را معین کنید» در نمودار جریان اطلاعاتِ «ثبت سفارش» است.



نمودار ۶.۱۰ تجزیه و تحلیل داد و ستد

در عمل، ترتیبی که تجزیه و تحلیل «داد و ستد» و «تبدیل» صورت می‌پذیرد اغلب عکس مثال قبلی در مورد «فراگرد سفارش را ثبت کنید» است. برای مثال، برای مشخص کردن دقیق نحوهٔ انتخاب یک دستورالعمل برنامه، معمولاً ابتدا از تجزیه و تحلیل داد و ستد استفاده می‌شود و سپس «تجزیه و تحلیل تبدیل»، برای ایجاد نخستین

«نمودار ساخت» هر انتخاب از میان گزینه‌های برنامه[1] (دستورالعملهای قابل انتخاب) صورت می‌پذیرد.

نحوهٔ افزودن پایگاه اطلاعاتی و مختصات تعامل به نمودار ساخت

برنامه‌ها از طریق روشهای متعددی با پایگاه اطلاعاتی و صفحه تعامل کاربر ارتباط متقابل دارند. برای مثال، برنامه مورد نظر، «سابقه» را از پایگاه اطلاعاتی می‌خواند یا آن را ایجاد می‌کند؛ اطلاعات را از روی صفحه می‌خواند یا بر روی آن می‌نویسد؛ گزارشها را می‌نویسد و اطلاعاتِ کنترل کننده (مانند خطاها) را نشان داده، تعبیر و تفسیر می‌کند؛ و با ارسال پیام «پایان سفارش» ختم استفاده از پرونده را نیز اعلام می‌دارد؛ برای مثال، در نمودار ۵ـ۶، سلول «اطلاعات صورتحساب را فراهم کنید» اطلاعات مورد نیاز خود را دربارهٔ سفارش از طریق سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید»، از صفحه صورتحساب می‌خواند، و تعبیر و تفسیر می‌کند که آیا کاربر می‌خواهد به سفارش (از طریق فرستادن علامت کنترلی «پایان سفارش») پایان دهد یا خیر؛ سپس اعتبار تعداد سفارش با خواندن پرونده سفارش از طریق سلول «تعداد سفارش را خوانده و اعتبار آن را معین کنید» و مانند آن، تعیین می‌شود. دستیابی این اطلاعات تفصیلی در مورد پایگاه اطلاعاتی و نحوه تعامل کاربر، برای ترسیم نمودار ساخت ضروری است. نگاره ۳ـ۶، صفحه مختصات تعامل کاربر و پایگاه اطلاعاتی مورد نظر را (که در نمودار ساخت مورد نیاز است) به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

از آنجا که نمودار جریان اطلاعات فاقد اطلاعات تفصیلی درباره تعاملهای پایگاه اطلاعاتی و سطح تماس کاربران است، این اطلاعات پس از تجزیه و تحلیل «داد و ستد» و «تبدیل» به نمودار ساخت اضافه می‌شوند. طراح برنامه با استفاده از مختصات سطح تماس کاربر و پایگاه اطلاعاتی ـ نظیر «زبان تشریح برنامه» و «طرح تفکیک صفحه»[2] ـ به این کار کمک می‌کند. مختصات پایگاه اطلاعاتی نکاتی را درباره کلیدهای دسترسی به پرونده ارائه می‌دهد، و مختصات سطح تماس کاربر، و نیز

---

1. menu
2. screen lay-out

اطلاعاتی را دربارهٔ خطاها و نحوهٔ کنترل پردازش صفحه فراهم می‌آورد.

پایگاه اطلاعاتی	شرح سلول یا زبان تعریف برنامه برای هرگونه دسترسی به پرونده‌ها:
	ـ افزودن ـ پاک کردن ـ تغییر دادن ـ خواندن (بدون به روز کردن) ـ جریانهای کنترلی برای خطاهای پایگاه اطلاعاتی (نظیر «کپی کردن مقدار کلیدی»، «یافت نشده») ـ حلقهٔ کنترل برای دسترسی به پرونده (برای مثال «بخوانید تا به جریان کنترلی «پایان پرونده» درست تحقق یابد.») ـ خواندن یک سلول برای هر صفحه ـ نوشتن یک سلول برای هر صفحه یا گزارش ـ جریانهای کنترلی برای هر نوع خطا (برای مثال؛ «شماره مشتری یافت نشد»)

نگاره ۴ـ۶ مختصات صفحه تعامل کاربر و پایگاه اطلاعاتی

برای مثال به منظور مشخص کردن دقیق ویژگیهای قلم‌ـ سفارش، سلول «مبلغ‌ـ قلم‌ـ سفارش را به دست آورید» باید در سابقه قلم‌ـ سفارش، مختصات بانک اطلاعاتی شرکت پخش عدالت‌گستر (نگاره ۵ـ۶) را مرور کند تا مشخص شود که آیا سابقه «قلم‌ـ سفارش»، فهرست دیگری برحسب «شماره‌ـ سفارش» دارد یا خیر.

در نمودار ۱۱ـ۶، طرح تفکیک صفحه برای سلول «صفحهٔ صورتحساب را تهیه کنید» مشاهده می‌شود. کارکرد هر کلید موجود در دسترس کاربر، در قسمت پایین صفحهٔ نمایش تشریح می‌شود؛ به این ترتیب، این کلیدها، جریانهای کنترلی هدایت شده توسط سلول «صفحه صورتحساب را بخوانید» را تعریف می‌کنند.

نام پرونده : مشتری

وضعیت مکان : با استفاده از شماره ـ مشتری معین شود

۰۲ شماره ـ مشتری	عدد (۱۰).
۰۲ نام ـ مشتری	حرف (۴۰).
۰۲ نشانی ـ پستی ـ خیابان	حرف (۴۰).
۰۲ نشانی ـ پستی ـ شهر	حرف (۱۵).
۰۳ نشانی ـ پستی ـ استان	حرف (۲).
۰۴ نشانی ـ پستی ـ کد	حرف (۹).

نام سابقه: سفارش

وضعیت مکان: با استفاده از شماره مشتری معین شود

۰۲ شماره ـ سفارش	عدد (۱۰).
۰۲ شماره ـ وضعیت ـ سفارش	عدد (۱۰).
۰۲ شماره ـ مشتری	عدد (۱۰).
۰۲ کد ـ موقعیت ـ سفارش	عدد (۲).
۰۲ کد ـ شاخص ـ قیمت ـ سفارش	عدد (۲).
۰۲ کد ـ اولویت ـ رسیدگی ـ سفارش	عدد (۲).
۰۲ تاریخ ـ سفارش	عدد (۸).
۰۲ شماره ـ صورتحساب	عدد (۱۰).
۰۲ تاریخ ـ صورتحساب	
۰۲ مبلغ ـ مالیات ـ صورتحساب	اعشاری (۱۰.۲).

نام سابقه: قلم ـ سفارش

وضعیت مکان: از طریق نام تعیین شده: دربردارد» معین شود.

۰۲ شماره ـ محصول	عدد (۱۰).
۰۲ شماره ـ سفارش	عدد (۱۰).
۰۲ شماره ـ قلم ـ سفارش	عدد (۴).
۰۲ شماره ـ مقدار ـ قلم ـ سفارش	عدد (۹).
۰۲ شماره ـ برگشتی ـ قلم ـ سفارش	عدد (۹).
۰۴ مبلغ ـ قیمت ـ قلم ـ سفارش	اعشاری (۱۰.۲).

نام تعیین شده :	دریافت می‌دارد
حالت :	زنجیره‌ای
سفارش :	بعدی
مالک :	مشتری
عضو :	محموله (اجباری و به‌طور خودکار
تناوب تعیین شده:	انتخاب از طریق جریان :

نام تعیین شده :	دربردارد
حالت :	زنجیره‌ای
سفارش :	بعدی
مالک :	سفارش
عضو :	قلم ـ سفارش (ثابت و خودکار).
تناوب تعیین شده:	انتخاب از طریق جریان :

نام تعیین شده :	سفارش می‌دهد
حالت :	زنجیره‌ای
سفارش :	بعدی
مالک :	محصول ـ۱
عضو :	قلم ـ سفارش (ثابت و خودکار)
تناوب تعیین شده:	انتخاب از طریق جریان :

نام تعیین شده:	ارسال شد
حالت :	زنجیره‌ای
سفارش :	بعدی
مالک :	محموله
عضو :	قلم ـ سفارش (انتخابی و دستی)
تناوب تعیین شده:	انتخاب از طریق جریان:

نام سابقه / فیلد	نوع	ویژگی	مقدار
نام سابقه: محصول ـ۱		نام تعیین شده:	فهرست‌ـصورتحساب
در درون سابقه محصول ـ۱			
وضعیت مکان: از طریق شماره‌ـ محصول معین شود.		حالت :	فهرست شده
۰۲ شماره‌ـ محصول	عدد (۱۰).	سفارش :	دسته‌بندی شده
۰۲ مبلغ‌ـ قیمت‌ـ محصول	اعشاری (۱۰.۲).	مالک :	سیستم
۰۲ شماره‌ـ مقدارـ تا این تاریخ از سال‌ـ محصول	عدد (۱۰).	عضو :	سفارش
		فهرست :	کلید پایگاه اطلاعاتی با وضعیت خودکار الزامی، خودکار
نام سابقه: محصول ـ۲			
وضعیت مکان: از طریق شماره‌ـ محصول معین شود			
۰۲ شماره‌ـ محصول	عدد (۱۰).		
۰۲ متن‌ـ شرح‌ـ محصول	حرف (۴۰).	کلید صعودی:	شماره‌ـ صورتحساب کپی مجاز نیست.
نام سابقه : محموله			
وضعیت مکان: از طریق شماره‌ـ محموله و تاریخ‌ـ محموله معین شود.			
۰۲ شماره‌ـ محموله	عدد (۱۰).		
۰۲ تاریخ‌ـ محموله	عدد (۸).		
۰۲ نام‌ـ وسیلهٔ‌ـ ارسال	حرف (۴۰).		

نگاره ۶.۵ طرح پایگاه اطلاعاتی شرکت پخش عدالت‌گستر

مشخص کردن سلولها با استفاده از «زبان تعریف برنامه»

هنگامی که نمودار ساخت با استفاده از پایگاه اطلاعاتی و اطلاعات تعامل، به روز شد، باید با استفاده از «زبان تعریف برنامه»، فرایند پردازش هر سلول نیز مشخص شود. در عمل مختصات سلولها یک فراگرد پیوسته‌ای است که فقط هنگامی پایان می‌پذیرد که مختصات برنامه در قالب یک بستهٔ نرم‌افزاری تعریف شود و در اختیار برنامه‌نویسان سیستم قرار گیرد. به محض اینکه نمودار ساخت با استفاده از رهنمودهای حاصل از

زوجی کردن[1] و انسجام[2] (که بعداً شرح داده خواهد شد) پالایش شود، سلولهای زبان تعریف برنامه به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کنند. ایجاد تغییر در مختصات سلول، زمان زیادی را می‌طلبد؛ بنابراین راهبرد مطلوب آن است که نوشتن زبان تعریف برنامه برای تعیین مختصات سلولها، بتدریج صورت پذیرد.

صفحه ثبت صورتحساب صفحه ۳

تاریخ امروز
اقلام ذیل را وارد کنید:

شماره۔ سفارش
تاریخ۔ صورتحساب (روز/ ماه/ سال)
مبلغ۔ مالیات۔ صورتحساب (به ریال)
شماره۔ صورتحساب ۹۹۹۹۹۹۹۰۹۹

کلید F_1 یا ENTER را برای به روز کردن اطلاعات فشار دهید.
کلید F_3 را برای خروج بدون به روز کردن اطلاعات فشار دهید.
کلید F_8 را برای بازگشت به صفحه پیشین فشار دهید.
کلید F_{10} را برای دریافت کمک (راهنمایی) فشار دهید.

نمودار ۶.۱۱ طرح تفکیک صفحه ثبت صورتحساب

با استفاده از راهبرد تکمیل تدریجی، می‌توان صرفاً با اطلاعات ضروری برای شناخت وظیفه هر سلول و تعامل آن با سایر سلولها آغاز، و جزئیات را پس از پالایش نمودار ساخت به آن اضافه کرد. نخستین مختصات، شامل بیانیه سلول (عواملی که سلول به صورت جریانهای کنترلی و اطلاعاتی دریافت می‌کند و به یک سلول فراخوان پس می‌فرستد)، فراخوانیهای سایر سلولها، و شرح کوتاهی (یک یا دو جمله) درباره کارکرد سلول می‌شود. ضمن نخستین گام طراحی برنامه، هر اطلاعی که توسط سلول به کار رود،

1. coupling 2. cohesion

در ذخیره طراحی تشریح می‌شود، آنگاه به محض این‌که نمودار ساخت پالایش شود، طراحی سلول تثبیت می‌گردد و «زبان تشریح برنامه» نوشته می‌شود. برای برخی از سلولها، آخرین گام طراحی برنامه درست پیش از تهیه بسته نرم‌افزاری صورت می‌پذیرد. نگاره ۶ـ۶ ارائه کنندهٔ مختصات سلولِ «اعتبار سفارش را تعیین کنید» است که با استفاده از راهبرد تکمیل تدریجی به دست آمده است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۸۶ـ۴۸۸؛ دیویس و السون، ۱۹۸۵، ص ۵۳۹؛ اور، ۱۹۸۷، ص ۶۷۴).

پرسشها

۱. طراحی برنامه نظام‌یافته چیست؟ تشریح کنید.

۲. در طراحی برنامه نظام‌یافته، چگونه از پیچیدگی برنامه‌ها کاسته می‌شود؟ تحلیل کنید.

۳. فنون طراحیِ برنامه نظام‌یافته را تشریح کنید.

۴. ورودیهای فراگرد «طراحی برنامه نظام‌یافته» را نام ببرید.

۵. خروجیهای فراگرد «طراحی برنامه نظام‌یافته» را نام ببرید.

۶. «نمودار ساخت» را تعریف کنید.

۷. علایم مهم «نمودار ساخت» کدامند؟

۸. «سلول» برنامه را تعریف کرده، مختصات آن را بنویسید.

۹. انواع جریانهایی را که میان سلولها برقرار است بنویسید و چگونگی نمایش آنها را تشریح کنید.

۱۰. مکملهای نمودار ساخت را تشریح کنید.

۱۱. «زبان تعریف برنامه» و کاربرد آن را تشریح کنید.

۱۲. فنون تبدیل «نمودار جریان اطلاعات» به «نمودار ساخت» را تشریح کنید.

۱۳. «بیانیه سلول» را تشریح کنید.

۱۴. چگونگی «فراخوانی» سلول را تشریح کنید.

۱۵. هدف «تجزیه و تحلیل تبدیل» چیست؟

شرح مختصری دربارهٔ سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید».

آغاز: تعیین اعتبار۔سفارش (پایان۔سفارش، شماره۔سفارش، تاریخ۔صورتحساب؛).
کارکرد: بازیابی شماره۔سفارش تعیین اعتبار شده، و تاریخ۔صورتحساب از صفحه ورودی
فرابخوانید: ابتدا سلول «صفحه صورتحساب را بخوانید» اقلام اطلاعاتی (تعداد۔سفارش، پایان۔سفارش، تاریخ۔صورتحساب)، دریافت می‌شود، سپس با فراخوانی سلول «تعداد۔سفارش را بخوانید و اعتبار آن را تعیین کنید» اطلاعات (تعداد۔سفارش؛ شماره۔یافت نشد) دریافت می‌شود و با استفاده از سلول «خطای۔صورتحساب را بنویسید» اطلاعات زاید پالایش می‌شوند و عبارت (تعداد۔یافت نشد؛) را دریافت کرده، تا زمانی که تعداد یافت شود، کار را ادامه می‌دهد و پس از پایان این مرحله (پیداشدن تعداد)، «اعتبار۔سفارش» تعیین می‌شود.

زبان تعریف برنامه برای سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید».

آغاز: تعیین اعتبار سفارش (پایان۔سفارش، شماره۔سفارش، تاریخ۔صورتحساب؛) عبارت «پایان۔سفارش» را بر روی حالت «غلط» تنظیم کنید (یعنی سفارش پایان نپذیرفته است).
عبارت «شماره۔یافت نشد» را بر روی حالت «درست» تنظیم کنید (تا جستجوی تعداد ادامه پیداکند).
به این ترتیب، مراحل مذکور تا زمانی که عبارت «تعداد۔یافت نشد» بر روی «غلط» یا عبارت «پایان۔سفارش» بر روی «درست» قرار گیرد، تکرار می‌شود.
فرابخوانید: اگر عبارت «پایان۔سفارش» غلط است، صفحه صورتحساب را بخوانید و بخوانید (؛ تعداد۔سفارش، پایان۔سفارش، تاریخ۔صورتحساب).
اگر عبارت «پایان۔سفارش» درست است، آنگاه فراخوانید: سلول «اعتبار شماره سفارش را تعیین کنید» (تعداد۔سفارش؛ تعداد۔یافت نشد).
اگر عبارت «تعداد۔یافت نشد»، درست است، آنگاه فرابخوانید: «صفحه خطای۔صورتحساب را بنویسید» (تعداد۔یافت نشد؛).
پایان۔اگر...
پایان۔اگر...
پایان تکرار.
پایان «تعیین اعتبار سفارش».

نگاره ۶ـ۶ مختصات تدریجی سلول «اعتبار سفارش را تعیین کنید».

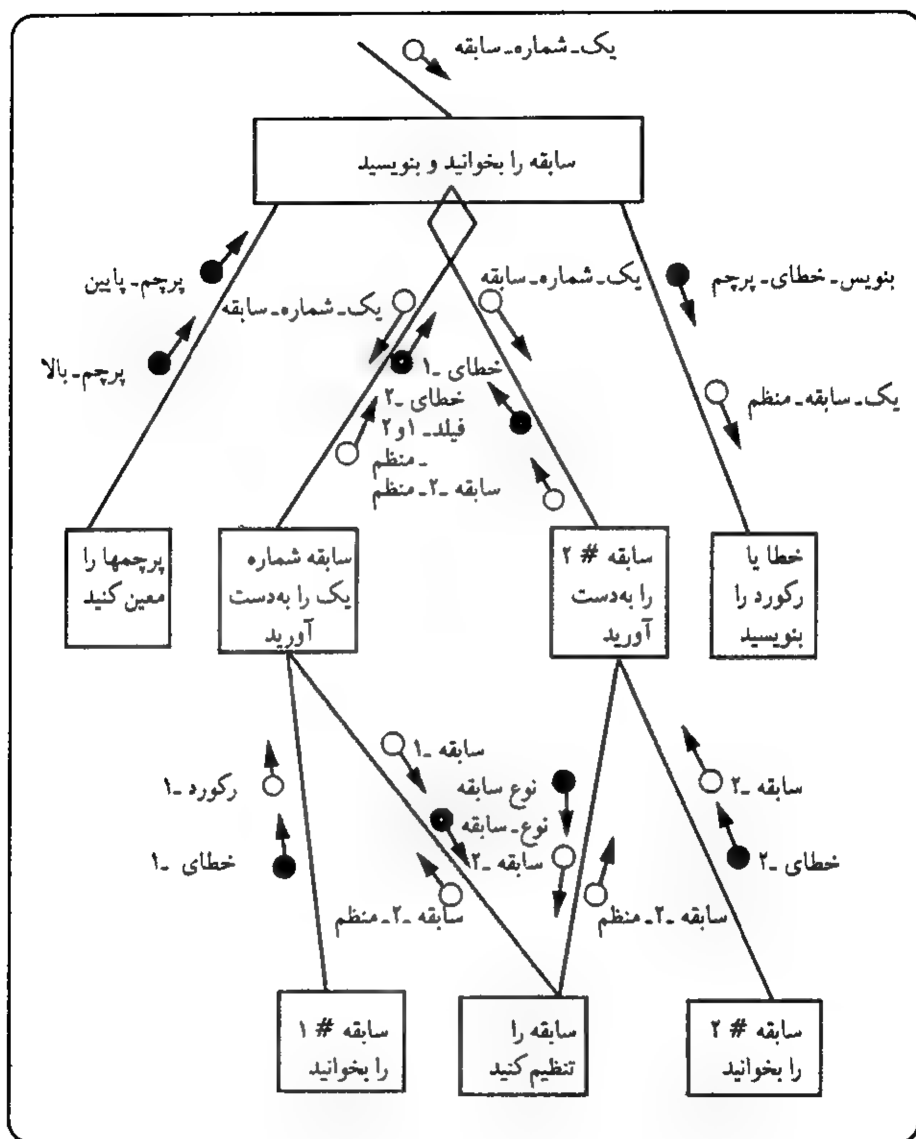
۱۶. کاربرد فن «تجزیه و تحلیل داد و ستد» را تشریح کنید.
۱۷. اطلاعات تفصیلی دربارهٔ تعاملهای پایگاه اطلاعاتی و سطح تماس کاربران چیست و کی به نمودار ساخت اضافه می‌شود؟
۱۸. چرا «راهبرد تکمیل تدریجی» در طراحی برنامه نظام‌یافته به کار گرفته می‌شود؟

واژه‌ها و مفاهیم مهم

طراحی برنامه نظام‌یافته
نمودار ساخت
زبان تعریف برنامه
فرهنگ اطلاعات
جریان اطلاعات
جریان کنترلی
سلول
اتصال سلولها
صفحه نمایش
مکملهای نمودار ساخت
حلقه بازخور
ساختار مکانیکی سلول
تجزیه و تحلیل تبدیل
تجزیه و تحلیل داد و ستد
فراخوانی سلول
بیانیه سلول
فراگرد ترتیبی
فراگرد موردی (علّی)
مرکز داد و ستد
مرکز تبدیل
صفحه تعامل کاربر
تکمیل تدریجی

تمرینها

۱. چگونگی استفاده از نمودار جریان اطلاعات در فراگرد طراحی برنامه نظام‌یافته را با ذکر یک مثال نشان دهید.
۲. نمودار ساخت نشان داده شده در نمودار ۱۲ـ۶ را از نظر هریک از مختصات ذیل ارزیابی کنید:
الف) زوجی؛
ب) انسجام؛
ج) حیطه نظارت (بسط)؛
د) قبض.



نمودار ۱۲ـ۶ نمودار ساخت

فصل هفتم

پالایش مختصات برنامه

مقدمه

استفاده از تجزیه و تحلیل «داد و ستد» و «تبدیل» برای آغاز طراحی برنامه سودمند است، ولی برای کاهش پیچیدگی طراحی، یا ارائه مختصاتی مفید برای به رمز درآوردن و آزمایش برنامه‌ها، فایده چندانی ندارد. کلیه فنون نظام‌یافته، به منظور کمک به ساده‌سازی طراحی برنامه، رهنمودهایی را برای کاهش زوجی بودن (یا وابستگی میان سلولها)، و افزایش انسجام (یا وضعیتی که سلول به انجام وظیفه‌ای کاملاً تعریف شده بپردازد)، ارائه می‌کند. سایر رهنمودها و روشهای ابتکاری طراحی (متناسب با اندازهٔ سلول در درون و بیرون) نیز به‌طور گسترده‌ای به کار گرفته می‌شوند تا ضمن کمک به ارزیابی، پیچیدگی طراحی را کاهش دهند. همچنین رهنمودهایی برای «بسته‌بندی مختصات» ـ به گونه‌ای که برنامه‌نویسان بتوانند با استفاده از آنها، به‌طور اثربخشی برنامه‌ها را کدگذاری و آزمون کنند ـ ارائه شده است. نگاره ۱ـ۷، به‌طور خلاصه این رهنمودهای طراحی برنامه را نشان می‌دهد.

زوجی بودن

اگر سلولها مستقل از هم باشند، ارتباط کمی با یکدیگر خواهند داشت؛ ولی اگر به هم وابسته باشند، ارتباط تنگاتنگی بین آنها ایجاد می‌شود. در این حالت اصطلاحاً گفته می‌شود: «سلولها با هم زوجی شده‌اند» (الیاسون، ۱۹۸۷، ص ۳۹۹).

شاخص	هدف	رهنمود
زوجی کردن	سلولها به گونه‌ای طراحی شوند که تعداد پارامترهاي عبوری میان دو سلول، به حداقل برسد.	ـ باید نام پارامترها دقیق و بامعنی باشد. ـ باید تعدادپارامترها معقول‌باشد. ـ نوع پارامتر، باید اطلاعات یا گزارش باشد.
انسجام	هر سلول فقط برای انجام یک وظیفه طراحی شود.	نام سلول باید از ترکیب مفهومی فعل امری و نام مفعول ساخته شود.
اندازهٔ سلول	هر سلول به گونه‌ای طراحی شود که خواندن آن مستلزم ورق زدن چند صفحه چاپی کامپیوتری نباشد.	اندازه سلول باید کمتر از ۳۰ تا ۵۰ جمله (کمتر از یک صفحه) باشد.
بسط (توسعهٔ حیطهٔ نظارت)	سلول رئیس برای کنترل تعداد معقولی از سلولهای کارگر طراحی شود.	تعداد سلولهای کارگری که به‌یک رئیس گزارش می‌دهند، باید کمتر از هفت‌نفر یا مساوی با آن باشد.
قبض (کاهش حیطهٔ نظارت)	ایجاد سلولهای عمومی برای به حداکثر رساندن قبض (به حداقل رساندن حیطه نظارت).	سلولها باید از انسجام زیاد یا متوسط برخوردار باشند.

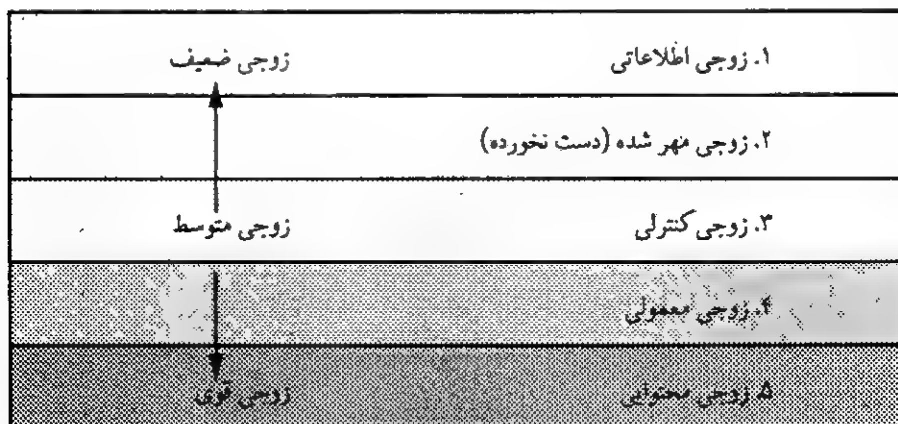
نگاره ۷.۱ خلاصه رهنمودهایی برای به رمز درآوردن و آزمون برنامه

هدف از پالایش نمودار ساخت، طراحی سلولهایی مستقل است که ارتباط کمی با یکدیگر داشته باشند. روابط زوجی را می‌توان در قالب پنج گروه به شرح نگاره ۷.۲ که از ضعیفترین نوع رابطه زوجی تا قویترین نوع آن را دربرمی‌گیرد، طبقه‌بندی کرد (کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۶۹؛ هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۸۱).

زوجی اطلاعاتی

هرگاه هر سلول فقط عامل اطلاعاتی منفرد (یا ساختار اطلاعاتی مرکب از عوامل

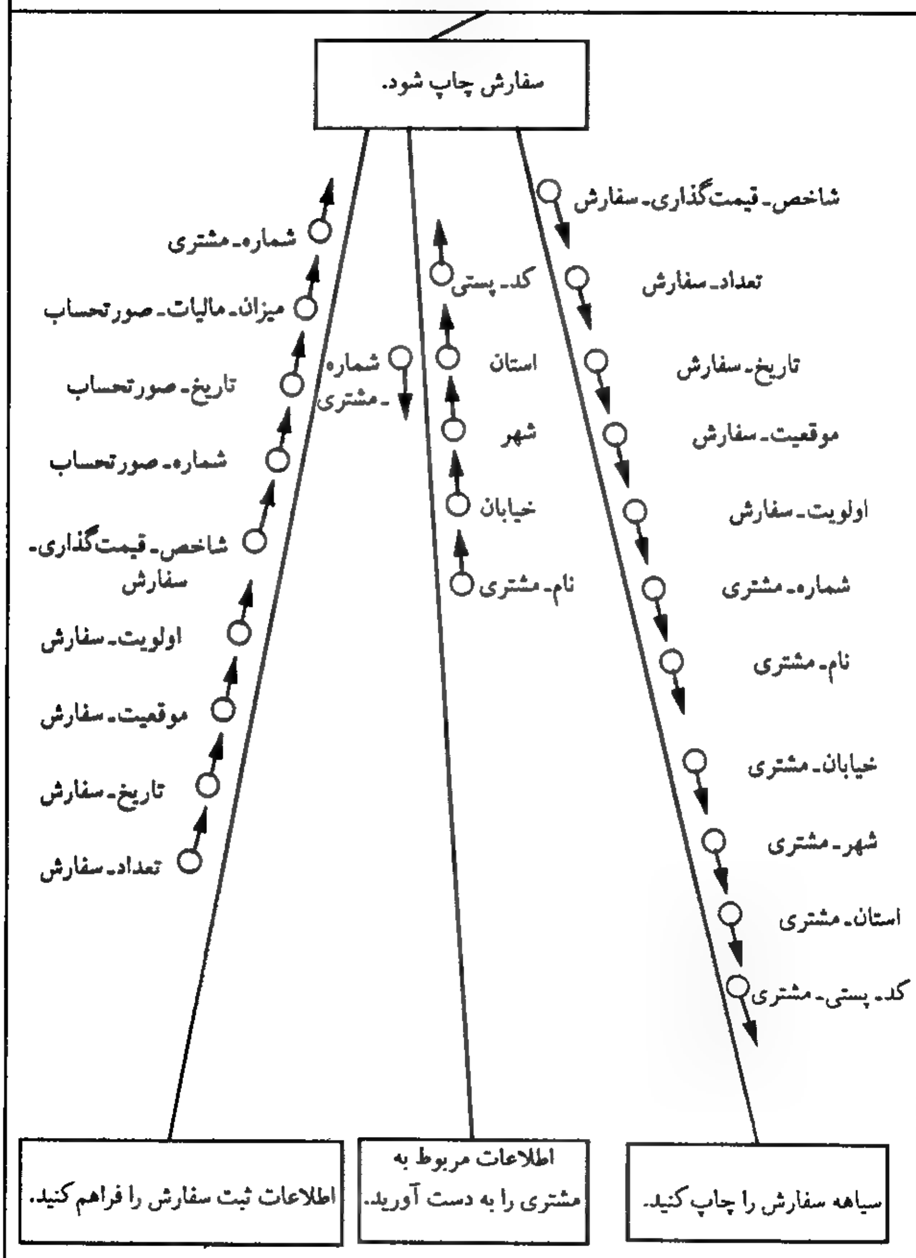
اطلاعاتی مشابه) را به سلول دیگر بدهد، دو سلول مذکور از نظر اطلاعاتی، زوجی محسوب می‌شوند. برای مثال، رابطه سلولهای «مالیات فروش را محاسبه کنید» و «مالیات فروش را به دست آورید» (نمودار ۵ـ۶) زوجی اطلاعاتی است؛ زیرا فقط برای تبادل عوامل اطلاعاتی نظیر «مبلغ‌ـ مالیات‌ـ فروش»، «نام‌ـ منطقه‌ـ فروش» و «میزان‌ـ سفارش» با هم ارتباط برقرار می‌کنند.



نگاره ۲ـ۷ انواع روابط زوجی

از آنجا که سلولها برای انجام وظیفه، باید طبق برنامه با یکدیگر ارتباط داشته باشند، معمولاً برحسب مقتضیات، تا حد معینی «زوجی بودن» ضرورت می‌یابد؛ ولی تراکم بیش از حد جریانهای اطلاعاتی، می‌تواند موجب پیچیدگی اتصال میان سلولها شود. برای مثال، در قسمت (الف) از نمودار ۱ـ۷ وجود تعداد زیاد عوامل اطلاعاتی میان سلول «سفارش را چاپ کنید» و سلولهای تحت فرمان آن، خواندن نمودار ساخت را دشوار می‌سازد؛ بدیهی است که در این صورت نگهداری فهرست عوامل هر سلول، دشوار خواهد بود.

برای تضعیف زوجیهای اطلاعاتی بسیار شدید، می‌توان به تلفیق اجزای اطلاعاتی مشابه‌ـ در ساختارهای اطلاعاتی‌ـ و تضمین عدم عبور اطلاعات غیرضروری از سلول (منحصر ساختن مجاری به عبور اطلاعات ضروری)، اقدام کرد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۲، ص ۴۸۹).


(الف) زوجی اطلاعاتی با عوامل اطلاعاتی منفرد
سفارش چاپ شود.
شاخص- قیمت‌گذاری- سفارش
تعداد- سفارش
تاریخ- سفارش
موقعیت- سفارش
اولویت- سفارش
شماره- مشتری
نام- مشتری
خیابان- مشتری
شهر- مشتری
استان- مشتری
کد- پستی- مشتری
کد- پستی
استان
شهر
خیابان
نام- مشتری
شماره
- مشتری
شماره- مشتری
میزان- مالیات- صورتحساب
تاریخ- صورتحساب
شماره- صورتحساب
شاخص- قیمت‌گذاری-
سفارش
اولویت- سفارش
موقعیت- سفارش
تاریخ- سفارش
تعداد- سفارش
سیاهه سفارش را چاپ کنید.
اطلاعات مربوط به
مشتری را به دست آورید.
اطلاعات ثبت سفارش را فراهم کنید.

(ب) زوجی اطلاعاتی با ساختار اطلاعاتی تلفیقی (از عوامل اطلاعاتی مشابه)

سفارش چاپ شود.

تعداد۔ سفارش
تاریخ۔ سفارش
شماره۔ مشتری
اطلاعات۔ مربوط به ۔اولویت سفارش
شماره مشتری
نام و نشانی مشتری
اطلاعات۔ مربوط به اولویت۔ سفارش
تعداد۔ سفارش
تاریخ۔ سفارش
شماره۔ مشتری
نام و نشانی۔ مشتری

اطلاعات ثبت سفارش را فراهم کنید.
اطلاعات مربوط به مشتری را به دست آورید.
سیاهه سفارش را چاپ کنید.



نمودار ۷.۱ زوجی اطلاعاتی

ساختار اطلاعاتی، عبارت است از مجموعه‌ای از اجزای اطلاعاتی یا ساختارهای اطلاعاتی دیگر که برای هدفی معین گردآوری شده‌اند (نگاره ۳ـ۷). در قسمت (ب) از نمودار ۱ـ۷ زوجی اطلاعاتیِ سلول «سفارش چاپ شود»، تا حد زیادی با ایجاد ساختارهای اطلاعاتی «اطلاعات مربوط به اولویت سفارش» و «نام و نشانی مشتری»، و حذف سه جریان اطلاعاتی صورتحساب از نمودار ساخت، تضعیف شده است. ساختار اطلاعاتی «نام و نشانی مشتری»، مشتمل بر آن دسته از فرایندهای اطلاعاتی است که از سلول «اطلاعات مربوط به مشتری را به دست آورید» تا سلول «سفارش را چاپ کنید» جریان دارد. عوامل اطلاعاتی «میزان۔ مالیات۔ فروش»، «تاریخ۔ صورتحساب»، و «شماره۔ صورتحساب» در نظر گرفته نشده‌اند؛ یعنی همراه با بقیه

متداولترین نمونه برای یک ساختار اطلاعات، برگ پرونده (سابقه) است. در بافت جریانهای زوجی اطلاعاتی، یک ساختار اطلاعاتی خوب آن است که از اجزای مشابه ترکیب شده باشد. برای مثال، ساختار اطلاعاتی ذیل را در نظر بگیرید:

نشانی
خیابان
شهر
استان
کدپستی

نشانی یک ساختار اطلاعاتی متشکل از اجزای مشابه است که بخوبی تعریف می‌شود. اجزای نشانی به این دلیل مشابه هستند که همگی اطلاعاتی را درباره نشانی مشتری ارائه می‌دهند. اکنون ساختار اطلاعات **عوامل ورودی** را در نظر بگیرید:

عوامل ورودی
خیابان
نام۔مشتری
مبلغ۔مالیات
شماره سفارش
وضعیت۔پرداخت

عوامل ورودی ساختار اطلاعاتی ضعیفی دارد، زیرا اطلاعاتی را دربارهٔ چیزهایی بسیار متفاوت ارائه می‌دهد.

نام یک ساختار اطلاعات می‌تواند مبیّن آن باشد که «آیا ساختار مذکور بخوبی تعریف شده است یا خیر؟» یک نام مبهم و بی‌معنی، معمولاً بیانگر ساختاری متشکل از انواع مختلفی از اجزای اطلاعاتی است.

نگاره ۷ـ۳ ساختارهای اطلاعاتی با اجزای مشابه

اطلاعات سفارش و مشتری چاپ نمی‌شوند. هدف از طرح قسمت (الف) از نمودار ۱ـ۷ «ثبت سفارش» است؛ به گونه‌ای که پیش از فراخوانی سلول «خط سفارش را چاپ کنید»، اجزایی را از فهرست عوامل حذف کند؛ درحالی که طرح (ب) از نمودار ۱ـ۷، با مسؤول دانستن سلول «اطلاعات ثبت سفارش را فراهم کنید»، با حذف اجزای

صورتحساب از سابقه «سفارش»، پیش از بازگرداندن اطلاعات به سلول «خط سفارش را چاپ کنید»، ارتباط زوجی اطلاعاتی را کاهش می‌دهد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۹۱).

زوجی مُهر شده[1]

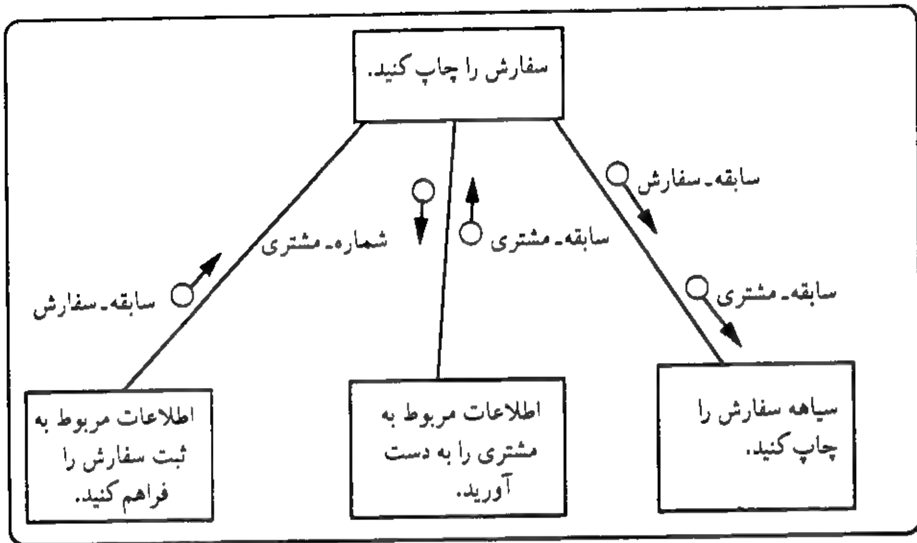
اگر یک ساختار اطلاعاتی حاوی اجزای اطلاعاتی غیرضروری، توسط یک سلول به سلولی دیگر منتقل شود، به آن دو سلول «زوجی مهر شده» می‌گویند. برای مثال، سلول «سفارش را چاپ کنید» و سلولهای تحت فرمانش در نمودار ۲ـ۷ «زوجی مهر شده» هستند؛ زیرا آنها از طریق «سابقه»های «مشتری» و «سفارش» با هم ارتباط دارند و این «سابقه‌ها» اجزای اطلاعاتی زیادی را دربردارند که سلولهای نمودار ساخت «سفارش را چاپ کنید»، به آن اجزای اطلاعاتی نیاز ندارند.

«زوجی مهر شده»، بر پیچیدگی سلولها و اتصالهای سلولی می‌افزاید؛ بدون اینکه این افزایش پیچیدگی ضرورتی داشته باشد. در نمودار ۲ـ۷ کلیه کارهای مورد نیاز سلول «خط سفارش را چاپ کنید» را برای اخذ اجزای اطلاعاتی از سابقه‌های «سفارش» و «مشتری» در نظر بگیرید. وضعیت بدتر، زمانی ایجاد می‌شود که تغییری در سابقهٔ «مشتری» یا «سفارش» داده شود؛ برای مثال با افزودن یک جزء جدید به کاربرگ «مشتری»، تغییر سلولهای «خط سفارش را چاپ کنید»، «اطلاعات مشتری را فراهم آورید»، و «سفارش را چاپ کنید»ـ حتی در صورت عدم کاربرد این جزء جدید توسط آنهاـ ضرورت پیدا می‌کند. اگر فقط یک جزء اطلاعاتی میان سلولها رد و بدل شود یا به تبادل ساختارهای اطلاعاتی مرکب (بدون ابهام) بپردازند، ایجاد این تغییرات ضرورتی ندارد. اسامی ساختارهای اطلاعاتی مبهم (تمام سابقه‌هایی که میان سلولها منتقل می‌شوند) مظاهر زوجی مهر شده هستند. با پالایش ساختارهای اطلاعاتی یا سابقه‌ها، می‌توان زوجی مهر شده را به زوجی اطلاعاتی تبدیل کرد؛ به‌طوری که فقط اجزای اطلاعاتی مورد نیاز را دربرداشته باشد. برای مثال، سلولهای زوجی مهر شدهٔ نمودار ۲ـ۷،

---

1. stamp coupling

از طریق تجزیه «سابقه‌ها»، «سفارش» و «مشتری» در قالب اجزا و ساختهای اطلاعاتی، به سلولهای زوجی اطلاعاتی تبدیل می‌شوند (قسمت ب از نمودار ۷ـ۱) (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۸۲؛ کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۷۰).



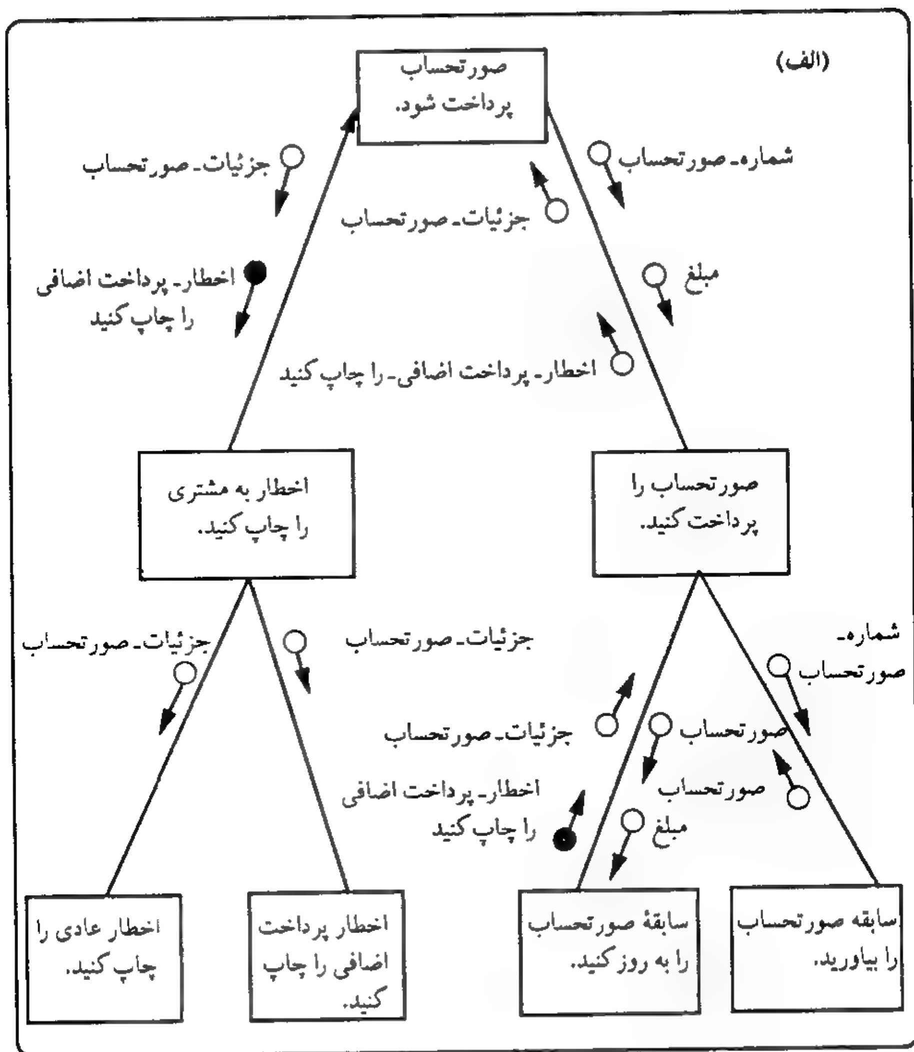
نمودار ۷ـ۲ زوجی مُهر شده

زوجی کنترلی[1]

اگر یک سلول بتواند فراگرد داخلی یک سلول دیگر را با استفاده از اطلاعات کنترلی، کنترل کند، به آن دو سلول «زوجی کنترلی» می‌گویند. برای مثال سلول «صورتحساب را به روز کنید» در نمودار ۷ـ۳، از طریق جریان کنترلی «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» به کنترل فراگرد سلول «اخطار مشتری را چاپ کنید» می‌پردازد. اگر جریان کنترلی «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» دریافت شود، سلول «اخطار مشتری را چاپ کنید» به فراخوانی سلول «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» مبادرت می‌کند؛ ولی در غیر این صورت، اقدام به فراخوانی سلول «اخطار عادی را چاپ کنید» می‌کند.

---

1. control coupling

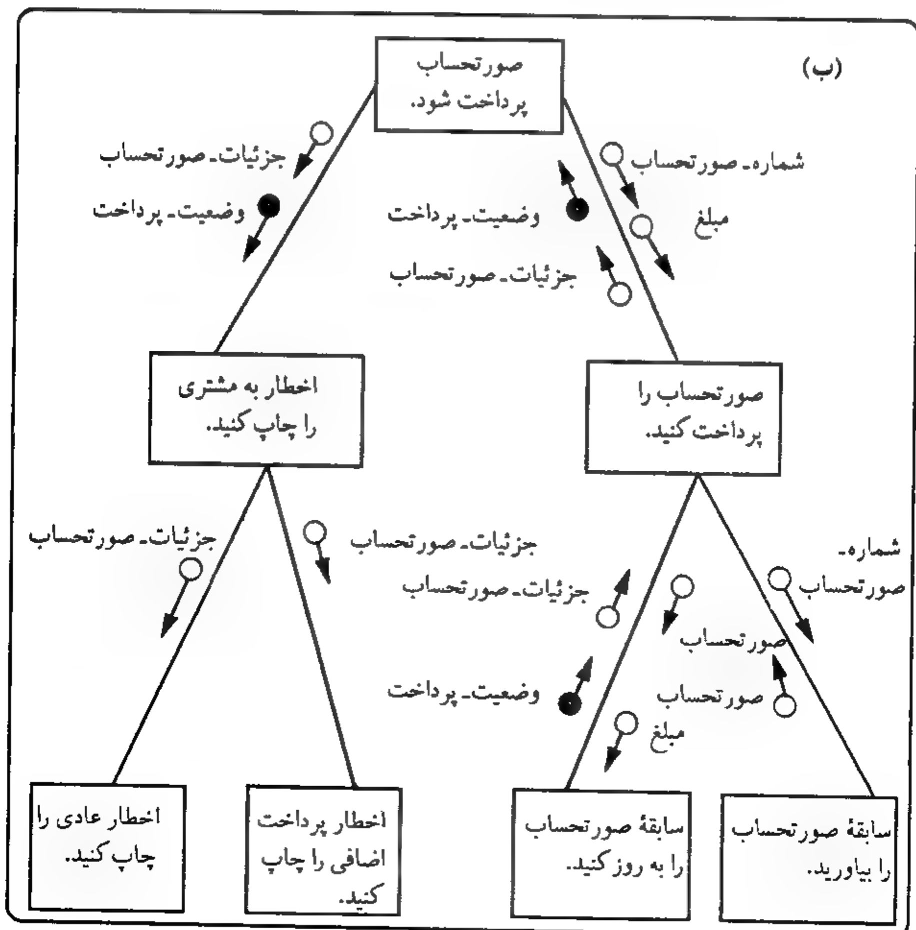


نمودار ۷.۳ زوجی کنترلی

مسأله‌ای که زوجی کنترلی ایجاد می‌کند این است که معمولاً ایجاد هر نوع تغییر در سلول فراخوانده شده، به تغییر در سلول فراخوان می‌انجامد. برایِ مثال، با افزودن یک سلول جدید۔ به نمودار ساخت۔ برای چاپ اخطارهای کاهش در پرداخت، ایجاد یک جریان کنترلی دیگر۔ یعنی جریان کنترلی «اخطار کاهش در پرداخت را چاپ

کنید))ـ ضروری می‌شود؛ با وجود اینکه جریان ((اخطار کاهش در پرداخت را چاپ کنید)) فقط توسط سلول جدید به کار می‌رود، ولی باید به منزلهٔ یک جریان کنترلی به بیشتر سلولهای نمودار ساخت ((پرداخت صورتحساب را منظور کنید)) افزوده شود.

همهٔ جریانهای کنترلی، قابل تبدیل به زوجی کنترلی نیستند. عملکرد آن دسته از جریانهای کنترلی که بروز خطا در پرونده‌ها یا رسیدن آنها به وضعیت پایان را گزارش می‌کنند، مانند جریانهای اطلاعاتی است؛ برای مثال، جریان کنترلی ((شماره یافت نشد)) در نمودار ۴ـ۷، سلول ((اعتبار سفارش را تعین کنید)) را کنترل نمی‌کند، بلکه صرفاً



نمودار ۴ـ۷ زوجی کنترلی

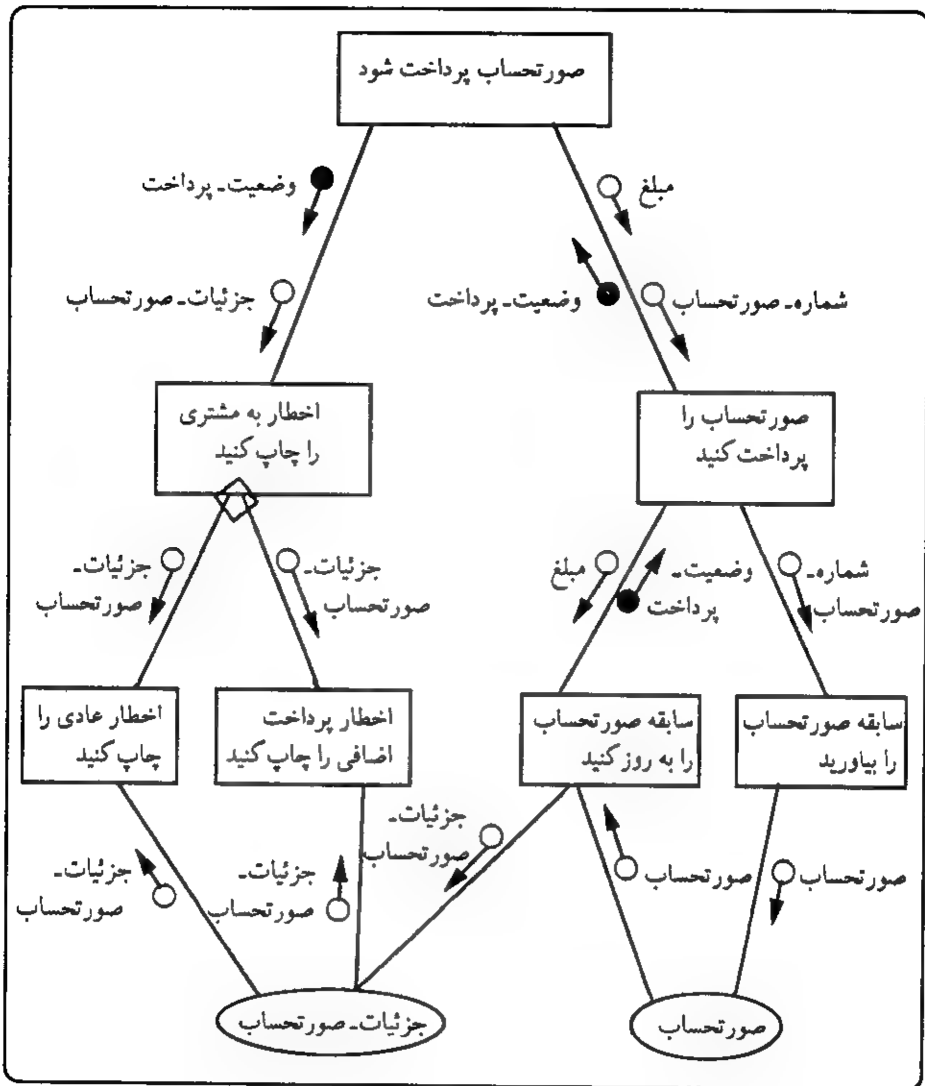
گزارش می‌دهد که شماره سفارشی که کاربر خواسته بود، در پرونده سفارش وجود ندارد؛ بنابراین گزارش جریانهای کنترلی مذکور، زوجی کنترلی نیستند. نام و جهت یک جریان کنترلی، بیانگر آن است که آیا جریان مذکور صرفاً گزارش می‌دهد یا هدایت‌کننده نیز هست. اگر در نام جریان کنترل از «فعل» استفاده شده باشد، احتمالاً سلولهایی که از طریق این جریان با هم ارتباط برقرار می‌کنند، زوجی هستند. برای مثال، در «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» از فعل «چاپ کردن» استفاده شده است؛ بنابراین متضمن کنترلی هدایتی است. وجود جریان کنترلی که از سلول فراخوان تا سلول فراخوانده شده در جریان است (یعنی به سمت پایین سلسله‌مراتب سلولی جریان دارد)، دلیل دیگری است بر اینکه سلولها به‌طور زوجی کنترل می‌شوند. با تغییر جریانهای کنترلیِ هدایت کننده به جریانهای اطلاعاتی یا جریانهای کنترلیِ گزارشگر، می‌توان زوجی کنترلی را کاهش داد. در قسمت ب از نمودار ۴ـ۷، جریان کنترلی «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید»، به جریان اطلاعاتیِ «وضعیت پرداخت»ـ که فقط وضعیت حساب مشتری را گزارش می‌کندـ تبدیل شده است (الیاسون، ۱۹۸۷، ص ۴۰۰؛ جوردن و مچسکی، ۱۹۹۲، ص ۴۹۳).

زوجی معمولی[1]

سلولهایی که با استفاده از جریانهای اطلاعاتی و کنترلیِ تعریف شده در «ناحیه اطلاعاتی کلی»ـ پایگاههای اطلاعاتی صورتحساب و جزئیات صورتحسابـ با یکدیگر ارتباط دارند، زوجی معمولی نامیده می‌شوند. نمودار ۵ـ۷ یک زوجی معمولی برای نمودار ساخت «صورتحساب پرداخت شود» را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، جریانهای اطلاعاتی «صورتحساب» و «جزئیات صورتحساب» در «ناحیه اطلاعات کلی»ـ که در دسترس همهٔ سلولهاستـ در این «نمودار ساخت» تعریف شده‌اند.

---

1. common coupling



نمودار ۷.۵ زوجی معمولی

از آنجا که ایجاد هرنوع تغییر در اجزای اطلاعات کلی، ممکن است ایجاد تغییراتی را در سلولهایی که به «ناحیه اطلاعات کلی»۔ یعنی جایی که آن جزء اطلاعات تعریف شده است۔ دسترسی دارند، ضرورت بخشد. وجود زوجی معمولی موجب بروز

مشکلاتی در نگهداری می‌شود. به‌طور کلی، بازنگری هر سلول در برنامه، برای تعیین اینکه آیا «اجزای اطلاعات معمولیِ» مورد استفاده آن سلول تغییر یافته است یا خیر، الزامی است. این اقدام اضافی برای نگهداری، زمان‌بر و وقت‌گیر است و احتمال خطا را افزایش می‌دهد. با وجودی که تعریف اجزای اطلاعات به صورت بخشی- در مرز سلولهایی که از آنها استفاده کنند- از بروز مسائل ناشی از زوجیهای معمولی جلوگیری می‌کند، ولی با توجه به ویژگیهای برخی از زبانهای برنامه‌نویسی- برای کدگذاری سلولهای برنامه- تعریف اطلاعات به صورت بخشی، همواره عملی نیست؛ برای مثال «تجزیهٔ اطلاعات معمولی» با استفاده از انواع زبان برنامه‌نویسی مانند کُوبُل، فقط هنگامی امکان‌پذیر است که اطلاعات به صورت بخشی تعریف، و برای هریک از سلولها نیز برنامه جداگانه‌ای در نمودار ساخت ایجاد شود. معمولاً به دلیل آسانتر بودن کدگذاری سلولها در زبان کوبل، تعریف زوجی معمولی در قالب یک بند از جملات (یا دستورالعملهای فرعی برنامه‌ریزی در کوبل) امکان‌پذیر است (اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶۲؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۱؛ اور، ۱۹۸۷، ص ۶۷۵).

زوجی محتوایی[1]

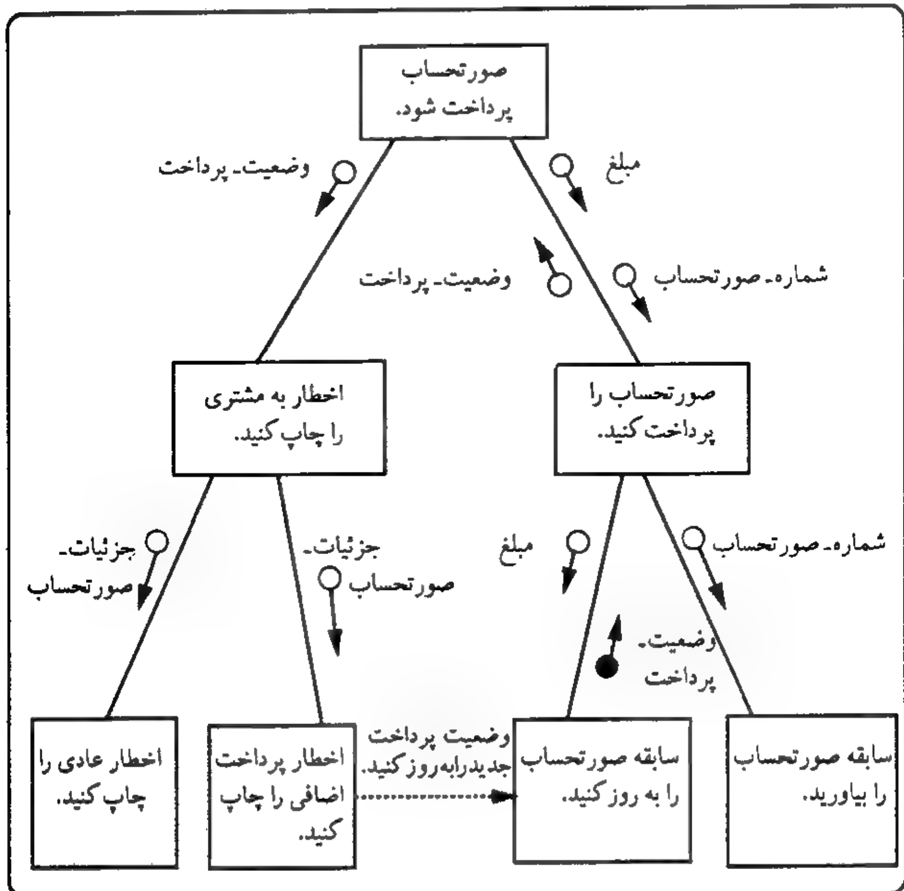
اگر یک سلول بتواند بدون استفاده از فراخوانی رسمی، به جمله‌ای در سلول دیگر ارجاع دهد، این دو سلول از نظر محتوایی، زوجی محسوب می‌شوند. برای مثال، در نمودار ۶-۷ سلول «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» به جمله‌ای در سلول «سابقه صورتحساب را به روز کنید» ارجاع می‌دهد تا در سلول «صورتحساب پرداخت شود» هنگام چاپ هر اخطار پرداخت اضافی، تغییر ایجاد کند. در زبان کوبل این نوع انشعاب یا ارجاع، با استفاده از جمله «برو به» انجام می‌شود.

زوجی محتوایی بدترین نوع زوجی است؛ زیرا در این حالت، اِعمال تغییر ساده‌ای در یک سلول، ممکن است ایجاد تغییراتی را در تعداد زیادی از سلولهای دیگرِ آن برنامه ضروری سازد. برای مثال، برنامه‌نویسی که در سلول «سابقه صورتحساب را به

---

1. content coupling

روز کنید»)، تغییر ایجاد می‌کند، جملاتی را نیز در سلول «اخطار پرداخت اضافی را چاپ کنید» تغییر می‌دهد. وجود زوجی‌های محتوایی- برخلاف زوجی معمولی- غیرقابل توجیه است؛ زیرا می‌توان با الزامی ساختن استفاده از فراخوانیهای سلولی، آنها را از میان برداشت (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۸۱؛ کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۷۱).



نمودار ۷.۶ زوجی محتوایی

انسجام

یکی از مقیاسهای پالایش برنامه، میزان قوت ارتباطِ جملات پردازش در یک سلول،

«انسجام» است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۹۵؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۲). هر جمله- در قالب زبان تعریف برنامه- با توجه به وظایف یا فعالیتهای صورت پذیرفته توسط هر سلول، اعتبار می‌یابد؛ بدین ترتیب ممکن است گفته شود که انسجام این جملات ضعیف، متوسط، یا قوی است. هدف از پالایش نمودار ساخت، طراحی سلولهای قوی و دارای انسجام بسیار زیاد است. در نگاره ۴-۷، پیوستار انواع هفتگانه انسجام، از قوی به ضعیف نشان داده شده است (اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۶۲؛ اور، ۱۹۸۷، ص ۶۷۵).

۱. انسجام کارکردی	انسجام قوی
۲. انسجام ترتیبی	
۳. انسجام ارتباطی	
۴. انسجام رویه‌ای	انسجام متوسط
۵. انسجام موقتی	
۶. انسجام منطقی	
۷. انسجام همزمانی	انسجام ضعیف

نگاره ۴-۷ انواع انسجام

انسجام کارکردی

اگر همه جملات یک سلول در ارائه یک تعریف خوب برای «کارکرد» یا «فعالیت» سهیم باشند، آن سلول دارای انسجام کارکردی است. برای مثال، سلول «مالیات فروش

را محاسبه کنید» در نمودار ۵ـ۶، دارای انسجام کارکردی است. به خاطر داشته باشید که عبارت «مالیات فروش را محاسبه کنید»، جمله‌ای با یک فعل مرکبِ معلوم و دقیق است. در واقع نام هر سلول، نشان خوبی برای سنجش قوتِ انسجام آن است. استفاده از سلولهای منسجم کارکردی، باصرفه است؛ زیرا این سلولها به آسانی در چند برنامه (بیش از یک برنامه) قابل استفاده هستند. برای مثال، هر برنامه‌ای که نیازمند محاسبه مالیات فروش باشد، می‌تواند از سلول «مالیات فروش را محاسبه کنید» استفاده کند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۸۲).

انسجام ترتیبی

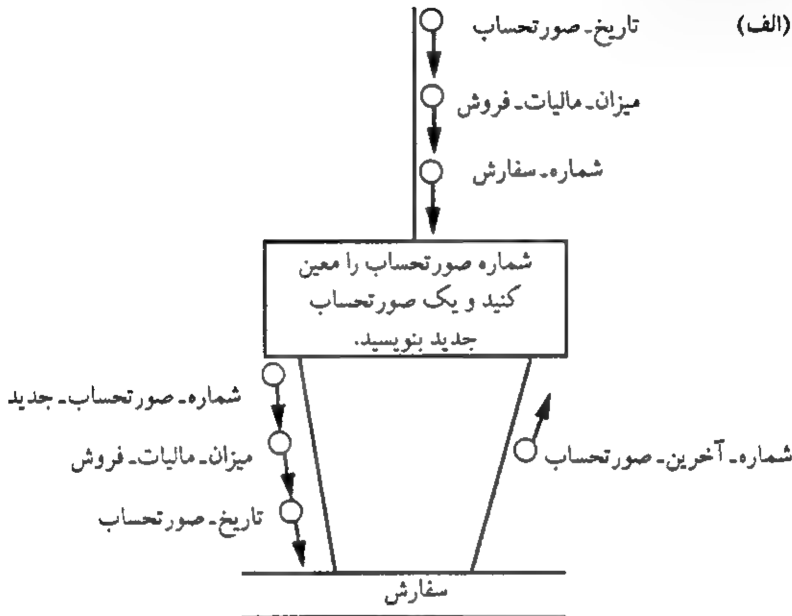
اگر جملات یک سلول قادر باشند فعالیتهایی را به‌طور ترتیبی- مانند یک خط تولید- هدایت کنند، به‌طوری که خروجی هر فعالیت، ورودی فعالیت بعدی باشد، آن سلول دارای انسجام ترتیبی است. برای مثال، در قسمت الف از نمودار ۷ـ۷، سلول «شماره صورتحساب را معین کنید و یک صورتحساب جدید بنویسید»، دارای انسجام ترتیبی است. ابتدا جملات سلولِ اول به صورتحساب شماره می‌دهند و سپس شمارهٔ صورتحساب برای ایجاد صورتحساب جدید به کار می‌رود. سلولهای دارای انسجام ترتیبی، از انسجامی قوی برخوردارند و به همین دلیل نگهداری آنها نیز آسان است؛ ولی از آنجا که به‌طور کلی، فعالیتهای آنها با هم صورت نمی‌پذیرند، نمی‌توان آنها را به سهولت سلولهای دارای انسجام کارکردی، در سایر برنامه‌ها به کار برد (اواد، ۱۹۸۸، ص ۴۷۲؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۳).

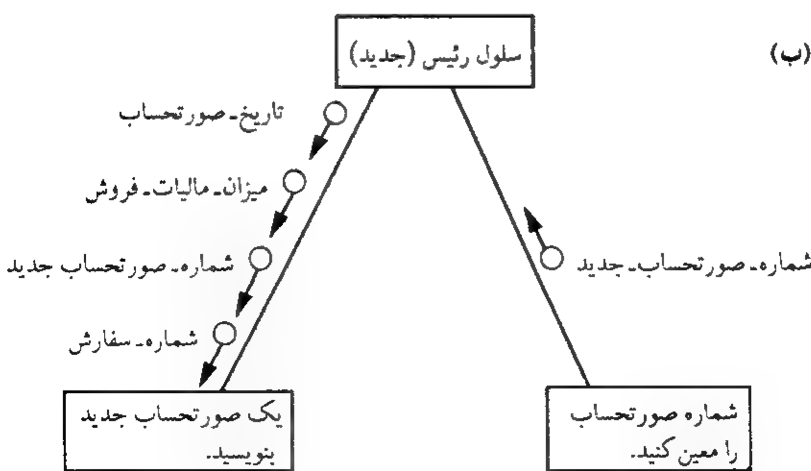
قوت سلولهای دارای انسجام ترتیبی، با ایجاد یک سلول جدا برای هریک از وظایف و فعالیتهای این گونه سلولها، قابل بهتر شدن است؛ برای مثال، در قسمت ب از نمودار ۷ـ۷، سلول «شماره صورتحساب را معین کنید و یک صورتحساب جدید بنویسید» به دو سلول تقسیم شده است:

۱. شمارهٔ صورتحساب را معین کنید؛

۲. یک صورتحساب جدید بنویسید.

شرح فراگرد:
شماره آخرین صورتحساب را از پرونده «سفارش» پیدا کنید. یک عدد به آن افزوده، شماره صورتحساب جدید را به دست آورید. با به روز کردن سابقه سفارش، صورتحساب جدیدی را ایجاد کرده، آن را با شماره سفارش مشخص کنید. بدیهی است که این صورتحساب دارای شماره، و مبلغ مالیات فروش جدیدی است.





نمودار ۷.۷ انسجام ترتیبی

این دو سلول بسیار منسجمتر از سلول قسمت الف هستند؛ ولی رابطه «زوجي اطلاعاتي» آنها افزایش یافته و قدری به پیچیدگی طراحی برنامه افزوده است (کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۷۲).

انسجام ارتباطاتی

اگر فعالیتهای هدایت شده توسط جملات پردازش یک سلول، دارای اطلاعات ورودی یا خروجی یکسانی باشند، آن سلول دارای انسجام ارتباطاتی است. در قسمت الف نمودار ۸ـ۷، «سلول مالیات فروش و مالیات غیرمستقیم را محاسبه کنید» یک سلول دارای انسجام ارتباطاتی است. انسجام ارتباطاتی، مشابه انسجام ترتیبی است، با این تفاوت که ترتیب فعالیتها در آن اهمیت ندارد؛ برای مثال، در قسمت الف از نمودار ۸ـ۷، این موضوع که «نخست فروش محاسبه شود یا مالیات غیرمستقیم»، اهمیت چندانی ندارد. انسجام ارتباطاتی، انسجامی قوی برای سلول ایجاد می‌کند و قابل نگهداری است؛ ولی قابلیت استفاده در سایر برنامه‌ها را دشوار می‌سازد. برای مثال، گرچه احتمال دارد که سلولهای دیگر نیز به محاسبه فروش یا مالیات غیرمستقیم نیاز داشته باشند، ولی ممکن است نیازمند محاسبه هر دوی آنها نباشند.

قوت سلولهای دارای انسجام ارتباطاتی، با ایجاد سلول جداگانه‌ای برای هر وظیفه یا فعالیت سلول قابل بهبود است. برای مثال، در قسمت ب از نمودار ۸ـ۷، سلول «مالیات فروش و مالیات غیرمستقیم را محاسبه کنید»، به دو سلول «مالیات فروش را محاسبه کنید» و «مالیات غیرمستقیم را محاسبه کنید» تقسیم شده است (هاریس کیویکز، ۱۹۹۱، ص ۳۸۲؛ جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۹۷).

انسجام رویه‌ای

اگر فعالیتهای هدایت شده توسط جملات یک سلول، بخشی از یک فراگرد باشند، ولی میان آنها همبستگی ترتیبی یا ارتباطاتی وجود نداشته باشد، آن سلول دارای انسجام رویه‌ای است. سلول «صورتحساب جدید و صفحه صورتحساب را بنویسید» در قسمت

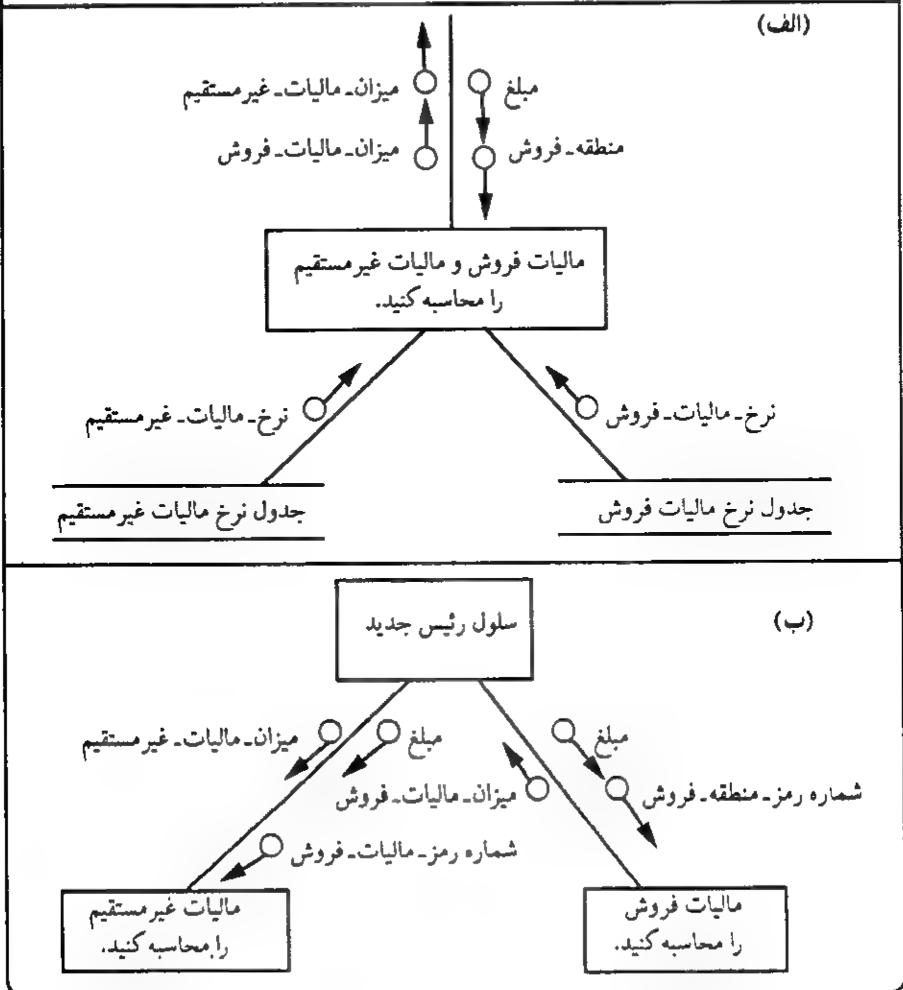
شرح فراگرد:

با استفاده از شماره رمز «منطقهٔ فروش» به مثابه یک کلید برای دستیابی به اطلاعات، «نرخ مالیات فروش» را از جدول مالیات فروش بازیابی کرده، «میزان مالیات فروش» را به ترتیب ذیل محاسبه کنید:

میزان مالیات فروش = مبلغ فروش × نرخ مالیات فروش

همچنین با استفاده از شماره رمز «منطقه فروش» به مثابه یک کلید برای دستیابی به اطلاعات، «نرخ مالیات غیرمستقیم» را از جدول مالیات غیرمستقیم بازیابی کرده، میزان مالیات غیرمستقیم را به ترتیب ذیل محاسبه کنید:

میزان مالیات غیرمستقیم = مبلغ فروش × نرخ مالیات غیرمستقیم



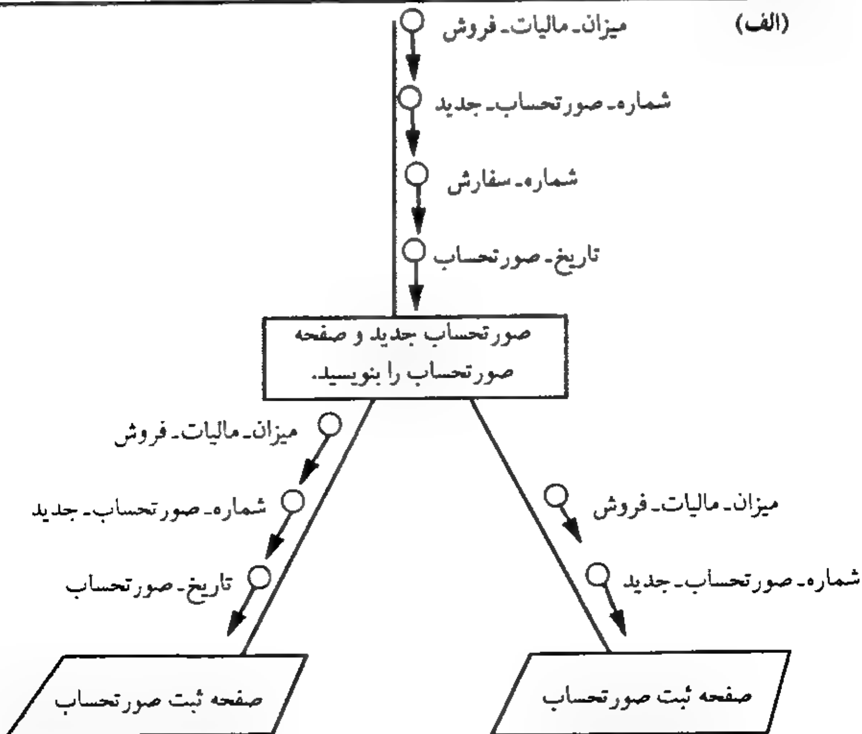
نمودار ۷.۸ انسجام ارتباطاتی

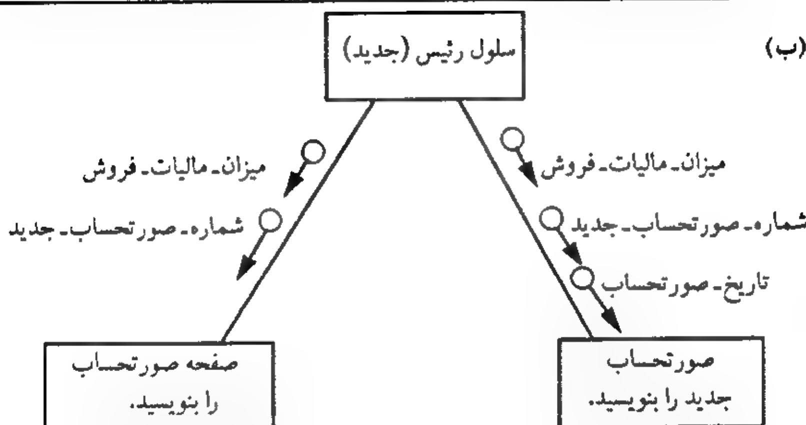
الف از نمودار ۹ـ۷، دارای انسجام رویه‌ای است. به این ترتیب که سلول مذکور ابتدا صورتحسابی را ایجاد می‌کند و سپس بر روی صفحه صورتحساب، اطلاعات صورتحساب جدید را به نمایش می‌گذارد. مسأله انسجام رویه‌ای آن است که در چنین حالتی، معمولاً فعالیتهای درون هر سلول با فعالیتهای درون سایر سلولها مرتبط می‌شود. این ارتباط به ایجاد یک زوجی تنگاتنگ می‌انجامد؛ در نتیجه، نگهداری آن نیز دشوار می‌شود. در نمودار ۵ـ۶ ملاحظه می‌شود که سلول «صفحه صورتحساب را بخوانید» و سلول «صفحه خطای صورتحساب را بنویسید» فعالیتهایی را با استفاده از «صفحه ثبت صورتحساب» انجام می‌دهند. در نمودار ۹ـ۷ این سلولها به همراه سلول «صورتحساب جدید را بنویسید» و سلول «صفحه صورتحساب را بنویسید»، با استفاده از صفحه ثبت صورتحساب زوجی می‌شوند؛ برای مثال، اگر نحوهٔ نمایش صفحه «صورتحساب» تغییر یابد، آنگاه برای دسترسی به این صفحه، ایجاد تغییراتی در همهٔ سلولها ضروری می‌شود. سلولی که صورتحساب جدید را می‌نویسد، حتی اگر هیچ ارتباطی با صفحه صورتحساب نداشته باشد، در اثر این تغییرات در معرض خطا قرار می‌گیرد. قوت سلولهای دارای انسجام رویه‌ای، با ایجاد سلول جداگانه‌ای برای هر وظیفه یا فعالیت سلول قابل بهبود است؛ برای مثال، در قسمت ب از نمودار ۹ـ۷، «سلول صورتحساب جدید و صفحه صورتحساب را بنویسید»، به دو سلول «صورتحساب جدید را بنویسید» و سلول «صفحهٔ صورتحساب را بنویسید» تقسیم شده است (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۴؛ الیاسون، ۱۹۸۷، ص ۴۰۱).

انسجام موقتی

اگر جملات یک سلول بر انجام فعالیتهایی دلالت داشته باشند که ارتباط آن فعالیتها با یکدیگر فقط ناشی از همزمانی انجام آنها باشد، آن سلول از انسجام موقتی برخوردار است. در قسمت الف از نمودار ۱۰ـ۷، سلول «آغاز کنید» از انسجام موقتی برخوردار ـ. «پاک کردن صفحه سفارش»، و «صفر کردن مبالغ، با مشاهدهٔ پرچمهای پایان سفارش»، فقط به این دلیل با هم مرتبط هستند که اجرای آنها به منزلهٔ نخستین گام در

شرح فراگرد:
سابقه «سفارش» را با شناسایی «شماره سفارش» در اطلاعات مربوط به صورتحساب به روز کنید. سپس «شماره صورتحساب جدید» و «میزان مالیات فروش» را در صفحهٔ صورتحساب بنویسید.





نمودار ۷.۹ انسجام رویه‌ای

«برنامه به سفارش رسیدگی کنید» به سادگی امکان‌پذیر است. سلولهای دارای انسجام موقتی، به همان مسائل و مشکلاتی که سلولهای دارای انسجام رویه‌ای با آن مواجه بودند، مبتلا هستند. به این ترتیب که معمولاً ارتباط فعالیتهای یک سلول دارای انسجام موقتی با فعالیتهای سایر سلولها بیشتر از انسجام فعالیتهای خودش است، این امر موجب افزایش زوجی شدن و دشواری نگهداری آن می‌شود. علاج انسجام موقتی، تعیین سلولهایی است که نزدیکترین ارتباط را با فعالیتهای درون سلولِ دارای انسجام موقتی داشته باشند تا بتوان فعالیتها را به آن سلولها منتقل کرد. برای پالایش یک نمودار ساخت به منظور ایجاد انسجام، باید در «زبان تعریف برنامه» بازنگری کرد.

در قسمت ب از نمودار ۱۰-۷ فعالیتهای سلول «آغاز کنید»، به سایر سلولهای نمودار ساختِ «به سفارش رسیدگی کنید» واگذار شده است. در این حالت، پاک کردن «صفحه صورتحساب»، در سلول «سفارش را بخوانید» صورت می‌پذیرد؛ و «پایان سفارش»، در سلول «به سفارش رسیدگی کنید» اعلام می‌شود؛ و «میزان سفارش»، در سلول «میزان سفارش را محاسبه کنید»، صفر می‌شود (هاریس کیویکز، ۱۹۹۷؛ ص ۳۸۳؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۵).

انسجام منطقی

اگر جملات یک سلول بر انجام فعالیتهایی دلالت کنند که جزئی از یک طبقهٔ کلی باشند، ولی در یک زمان اجرا نشوند و از طریق جریان اطلاعات و یا جریان کنترل نیز با هم مرتبط نشوند، آن سلول دارای انسجام منطقی است. در قسمت الف در نمودار ۱۱-۷، سلول «اطلاعات را به دست آورید»، سلولی است که از انسجام منطقی برخوردار است و برای نیل به هدف کلی دسترسی به پرونده به کار می‌رود؛ زیرا این سلول (اطلاعات را به‌دست آورید) می‌تواند به پرونده‌های متعددی دسترسی یابد. لازم است از یک علامت کنترل راهنما برای مشخص کردن پرونده‌ای که باید خوانده شود استفاده شود تا معین شود که هنگام فراخوانی به چه پرونده‌ای باید دسترسی پیدا کرد. نیاز به علامت کنترل راهنما، از ویژگیهای سلولهایی است که دارای انسجام منطقی هستند. نکته

(الف) مسأله ۰

به سفارش رسیدگی کنید.

میزان ـ سفارش

سفارش و میزان ـ سفارش

سفارش را دریافت کنید

آغاز کنید

میزان ـ سفارش

میزان ـ سفارش

پایان ـ سفارش

سفارش

فضای مورد نیاز

مبلغ سفارش را محاسبه کنید

سفارش را بخوانید

صفحه سفارش

. شرح فراگرد آغاز فعالیت:
. «پایان سفارش» را بر نادرست تنظیم کنید (یعنی سفارش هنوز پایان نپذیرفته). سپس صفحه «نمایش» را پاک کنید و «میزان سفارش» را صفر کنید.

(ب) حل

به سفارش رسیدگی کنید.

میزان ـ سفارش و سفارش

سفارش را بگیرید

پایان ـ سفارش

میزان ـ سفارش

سفارش

میزان ـ سفارش را محاسبه کنید

سفارش را بخوانید

فضای مورد نیاز

سفارش

پایان ـ سفارش

صفحه سفارش

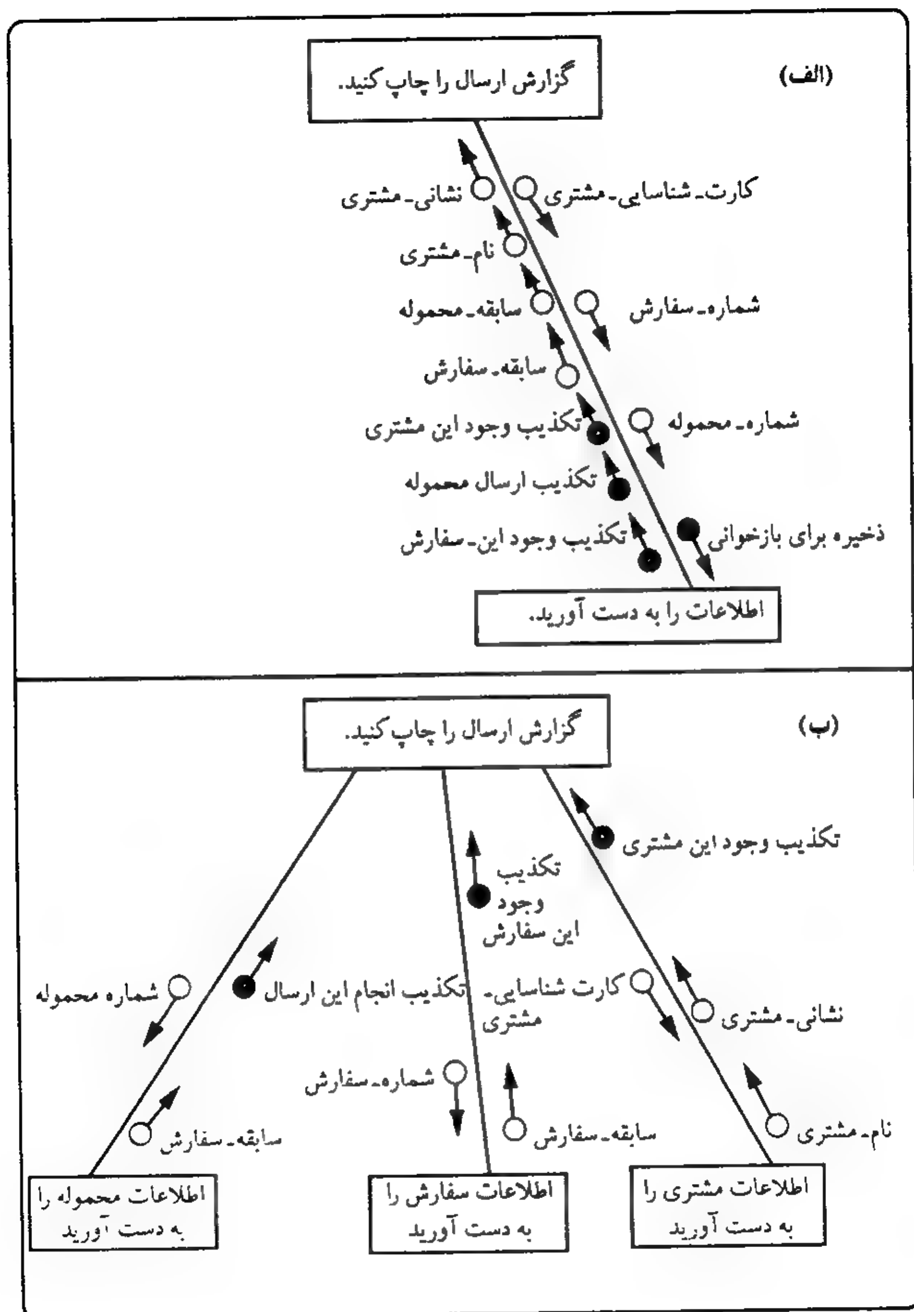
نمودار ۷.۱۰ انسجام موقتی

قابل توجه آنکه، نام سلول «اطلاعات را به دست آورید» در مقایسه با اسامی سلولهایی که از انسجام قوی‌تری برخوردارند، نامی مبهم است. وجود اسامی مبهم و دارای هدف کلی، یکی دیگر از ویژگیهای سلولهای دارای انسجام منطقی است. سلولهایی که دارای انسجام منطقی هستند از مسائل متعددی رنج می‌برند که درک و شناخت آنها دشوار است؛ از این‌رو نگهداری آن سلولها نیز دشوار می‌شود. فعالیتهای سلولهایی که انسجام منطقی دارند نیز همانند سلولهایی که از انسجام موقتی برخوردارند، معمولاً با فعالیتهای انجام شده در سلولهای دیگر، ارتباطی بسیار نزدیک دارند. علاوه بر این، نیاز به وجود یک علامت کنترل راهنما، حاکی از آن است که یک سلولِ دارای انسجام منطقی، با سلول فراخوان خود رابطهٔ زوجی کنترلی دارد. علاج انسجام منطقی آن است که پس از تعیین وظایف سلول دارای انسجام منطقی، سلولهای جداگانه‌ای برای انجام آن وظایف، ایجاد شود. برای مثال، در قسمت ب از نمودار ۱۱ـ۷، سلول «اطلاعات را به‌دست آورید» به سلولهای «اطلاعات مشتری را به‌دست آورید»، «اطلاعات سفارش را به‌دست آورید» و «اطلاعات محموله را به‌دست آورید» تقسیم شده است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۹۹؛ الیاسون، ۱۹۸۷، ص ۴۰۲).

انسجام تصادفی

هرگاه جملات یک سلول بر انجام وظایف یا فعالیتهایی دلالت داشته باشند که هیچ‌گونه ارتباط آشکاری با یکدیگر ندارند، آن سلول دارای انسجام تصادفی است. قسمت الف از نمودار ۱۲ـ۷، یک سلول دارای انسجام تصادفی را نشان می‌دهد. سلول «الف.د.س» نیز مانند سلول «اطلاعات را به دست آورید» به یک علامت کنترل که بر وظیفهٔ سلول تأکید می‌کند، نیاز دارد تا به سلول رئیس گفته شود که باید کدامیک از فعالیتها را در طول فراخوانی انجام دهد. استفاده از علامتهای کنترل راهنما نیز یکی دیگر از ویژگیهای سلولهای دارای انسجام تصادفی است.

همان‌طور که ذکر شد، نام سلول «اطلاعات را به دست آورید» مبهم است؛ در اینجا باید گفت که نام سلول «الف.د.س» بی‌معنی است؛ در واقع بی‌معنی بودن نام، ویژگی دیگر سلولهای دارای انسجام تصادفی است.



نمودار ۷.۱۱ انسجام منطقی

سلولهای دارای انسجام تصادفی با همان مسائلی مواجه هستند که سلولهای دارای انسجام منطقی با آنها درگیرند؛ ولی سلولهای دارای انسجام تصادفی از حیث امکان شناخت و نگهداری، دشوارترین سلولها به شمار می‌آیند؛ زیرا فعالیتهایی که براساس جملات آنها انجام می‌شوند، فاقد بنیان منطقی هستند. علاج انسجام تصادفی در تجزیه و تحلیل وظایف آن و ایجاد سلولهای جداگانه‌ای بر مبنای هریک از آن وظایف است.

همان‌طور که در قسمت ب از نمودار ۱۲ـ۷ ملاحظه می‌شود، معنی دادن به سلولِ دارای انسجام تصادفی، کار آسانی نیست؛ با وجود این تعریف علامت کنترل راهنما، روش خوبی برای آغاز تجزیه و تحلیل این‌گونه سلولهاست. از مباحث مربوط به زوجی و انسجام چنین برمی‌آید که این دو شاخص با یکدیگر ارتباطی نزدیک دارند. برای مثال، یک برنامه که به منزلهٔ یک سلول بزرگ طراحی می‌شود، ممکن است علاوه بر زوجی بودن، ز انسجام ضعیفی نیز برخوردار باشد؛ بنابراین، هنگام پالایش نمودار ساخت باید دو شاخص مذکور را در کنار یکدیگر در نظر گرفت (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۵؛ کرتیس، ۱۹۹۲، ص ۴۷۱).

به غیر ز شاخصهای زوجی و انسجام، می‌توان از سه شاخص دیگر ـ در ارتباط با «ابتکارات مفید طراحی» یا «قوانین محاسبات سرانگشتی» ـ برای بهبود کیفیت طراحی یک برنامه استفاده کرد.

این شاخصها عبارتند از:

۱. اندازهٔ سلول؛

۲. بسط (حیطه کنترل[1])؛

۳. قبض (تعداد رؤسا[2]).

اندازهٔ سلول

منظور از اندازه یک سلول، تعداد جملات مورد نیاز برای بیان فعالیتهای آن در

---

1. "fan out" or span of control.

2. "fan in" or the number of bosses that a module has.

(الف)

(ب)

؟

نمودار ۷.۱۲ انسجام تصادفی

«زبان تعریف برنامه»ـ یا زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده در به رمز درآوردن آن سلول‌ـ است. به‌طور کلی، یک سلول نباید بیش از سی الی پنجاه جمله داشته باشد. روش دیگر آن است که با یک محاسبه سرانگشتی گفته شود که طول جملات یک سلول، نباید بیش از یک صفحه کامپیوتری باشد. محدود کردن اندازهٔ سلولها به دو دلیل اهمیت دارد: نخست اینکه، احتمالاً سلولهای بزرگ از انسجام متوسط یا ضعیفی برخوردار هستند؛ دوم آنکه شناخت سلولهای بزرگ‌ـ و دارای جملات زیاد‌ـ دشوار است؛ از این‌رو نگهداری آنها نیز دشوارتر از نگهداری سلولهایی است که از چند جمله کوچک تشکیل شده‌اند. شاید تا به حال دشواری مطالعه و خواندن یک پاراگراف بلند را تجربه کرده باشید. گاهی یک پاراگراف به حدی بزرگ است که خواننده پس از اتمام مطالعهٔ آن سرگردان شده، و از درک آن عاجز می‌شود؛ بدین ترتیب مطالعه و درک پاراگرافی که طول آن به دو صفحه بسط می‌یابد، دشوارتر خواهد شد. همین امر در خصوص سلولهای برنامه نیز صدق می‌کند. البته برای این محدودیت که اندازه سلول نباید بیش از یک صفحه باشد، می‌توان مواردی را به منزلهٔ استثنا در نظر گرفت؛ برای مثال، هرگز نباید اندازهٔ یک سلول دارای انسجام کارکردی را‌ـ حتی اگر بیش از یک صفحه باشد‌ـ کاهش داد؛ یعنی حتی اندازه یک سلول دویست کلمه‌ای دارای انسجام کارکردی‌ـ که «مبلغ مالیات درآمد را محاسبه می‌کند»‌ـ نباید کاهش داده شود (در این مورد بعداً بحث خواهد شد). هنگامی که تعداد زیادی از جملات برای فراخوانی سایر سلولها به کار می‌روند، می‌توان برای کاهش حیطهٔ کنترل، سلول را تقسیم کرد. شناخت یک سلول دویست کلمه‌ای دارای انسجام کارکردی، کار آسانی نیست؛ اما تقسیم آن به بیش از یک سلول نیز شناخت آن را آسانتر نمی‌کند. حتی می‌توان گفت که شناخت «سلولهای دارای انسجام کارکردی تقسیم شده»، دشوارتر است؛ زیرا فراخوانی مکرر آنها، بر پیچیدگی آن می‌افزاید.

بسط

بسط که به عنوان حیطه نظارت نیز شناخته می‌شود بر تعداد سلولهایی دلالت دارد که

توسط یک سلول فراخوانده می‌شوند. به‌طور کلی، حیطهٔ نظارت باید مشتمل بر هفت سلول یا کمتر باشد؛ یعنی یک سلول رئیس نباید بیش از هفت سلول کارمند را فرابخواند؛ زیرا اگر سلولی بیش از هفت سلول را فرابخواند شناخت و نگهد ری آن دشوار خواهد شد.

محدود شدن به هفت سلول اختیاری نیست، بلکه طبق مطالعات روان‌شناختی، انسانها در کار «همزمان» با بیش از هفت مفهوم مشکل دارند. بدیهی است که این اصل در مورد برنامه‌نویسانی که برای شناخت و نگهداری برنامه‌های کامپیوتری تلاش می‌کنند نیز صدق می‌کند. به علاوه، ممکن است انسجام سلولهایی که تعداد زیادی از سلولهای دیگر را فرا می‌خوانند، ضعیف باشد. قسمت الف از نمودار ۱۳ـ۷ نمونه‌ای دال بر پیچیدگی ذاتی سلولهای دارای حیطه نظارت گسترده را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، شناخت سلول «ثبت سفارش را چاپ کنید» دشوار است (اگر قبول ندارید، فقط تلاش کنید تا سلولهای «کارگر» سلول «ثبت سفارش را چاپ کنید» را به خاطر آورید). در قسمت ب از نمودار ۱۳ـ۷، حیطهٔ نظارت سلول «ثبت سفارش را چاپ کنید» با ایجاد سطح دیگری میان این سلول و کارگران قبلی آن محدود شده و بسط آن کاهش یافته است.

به این ترتیب، ابتدا با تجزیه و تحلیل سلولهای «کارگر» سلولهای «سفارش را چاپ کنید» و «اقلام سفارش را چاپ کنید» برای انجام وظایف معمول شناسایی می‌شوند؛ سپس سلولهایی که در یک ناحیه وظیفه‌ای قرار می‌گیرند. تحت فرمان یک سلول «رئیس» جدید ـ که مسؤول انجام آن وظیفه است ـ قرار می‌گیرند. برای مثال، در قسمت ب از نمودار ۱۳ـ۷ برای وظایف «چاپ یک سفارش» یا «چاپ اقلام سفارش» دو سلول «رئیس» جدید در نظر گرفته شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، شناخت سلول منقبض شدهٔ «ثبت سفارش را چاپ کنید» ـ که پنج سلول فراخوان دارد ـ بسیار آسانتر از شناخت سلول پیشین «ثبت سفارش را چاپ کنید» ـ که ده سلول فراخوان دارد ـ است.

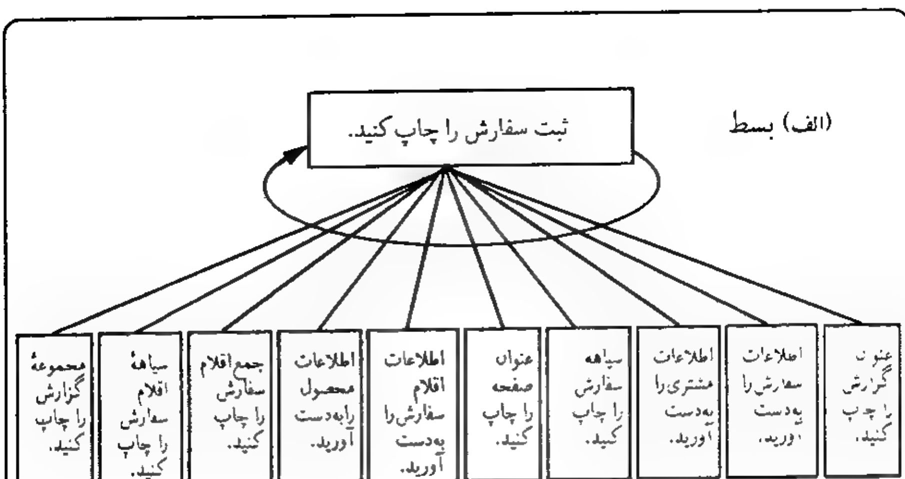
قبض

قبض بر تعداد سلولهایی که یک سول را فرا می‌خوانند- تعداد رؤسای یک سلول- دلالت دارد؛ تحلیلگران همواره در صدد کاهش بسط سلولهای کارگر و افزایش قبض یا تعداد رؤسای آنها هستند. فزونیِ قبض، موجب صرفه‌جویی در امور برنامه‌نویسی و نگهداری می‌شود؛ زیرا بدین ترتیب، هر وظیفه فقط در یک مکان کدگذاری می‌شود. در قسمت ب از نمودار ۱۳-۷، سلول «عنوان صفحه را چاپ کنید»، نمونه‌ای از یک سلولِ دارای قبض زیاد است که توسط سه سلول مختلف فراخوانده می‌شود.

محدودیت قابل ملاحظه در استفاده از قبض آن است که سلول فراخوانده شده باید دارای انسجامی قوی یا متوسط باشد. سلول «الف.د.س» در نمودار ۱۲-۷، قبض زیادی دارد، ولی دارای انسجام تصادفی است. البته سلولهای دارای انسجام منطقی یا تصادفی، می‌توانند قبض زیادی داشته باشند، ولی شناخت و نگهداری چنین سلولهایی دشوار است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۵۰۴؛ هاریس کیویکز، ۱۹۹۷؛ ص ۳۸۴؛ ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۶).

آزمایش، به رمز درآوردن، و بسته‌بندی نرم‌افزار

وقتی که نمودار ساخت و زبان تعریف برنامه پالایش شد، تحلیلگر در پایان مرحله طراحی و آغاز مرحله استقرار قرار دارد. البته پیش از آنکه بتوان استقرار را شروع کرد، باید مختصات متعددی از طراحی را- که تا این نقطه ایجاد شده‌اند، نظیر برنامه، کاربر، رویه، پایگاه اطلاعاتی، و تعامل- در یک بسته نرم‌افزاری منظم و بدون ابهام تلفیق کرد؛ به‌طوری که مشخص شود چگونه مختصات برنامه، به مثابه یک سیستم کامپیوتری شده، مستقر خواهد شد. مختصات برنامه باید به گونه‌ای در یک بسته نرم‌افزاری جای داده شوند که بعد از اتمام برنامه‌ها، با کارآمدی بر سخت‌افزار کامپیوتر قابل اجرا باشد. سرانجام باید برای بسته نرم‌افزار مذکور، یک راهبرد در نظر گرفته شود؛ به‌طوری که برنامه‌نویسان بتوانند براساس آن به رمز درآوردن و آزمایش سلسله‌مراتب سلولها- که در نمودار ساخت مشخص شده است- مبادرت کنند. مجموعهٔ این فعالیتها با عنوان «بسته‌بندی مختصات طراحی» شناخته می‌شود.



(ب) قبض
ثبت سفارش را چاپ کنید.
عنوان گزارش را چاپ کنید.
سفارش را چاپ کنید.
اقلام-سفارش را چاپ کنید.
مجموعه گزارش را چاپ کنید.
اطلاعات سفارش را به‌دست آورید.
اطلاعات مشتری را به‌دست آورید.
سیاهه سفارش را چاپ کنید.
عنوان صفحه را چاپ کنید.
اطلاعات اقلام سفارش را به‌دست آورید.
اطلاعات محصول را به‌دست آورید.
جمع اقلام سفارش را چاپ کنید.
سیاههٔ اقلام سفارش را چاپ کنید.

نمودار ۷.۱۳ بسط و قبض

اگر دستورالعملها به دقت مطالعه نشوند، یا دستورالعمل مناسبی موجود نباشد، یا دستورالعملهای موجود از وضوح و روشنی کافی برخوردار نباشند، هنگام سوار کردن و بسته‌بندی مختصات با مشکل مواجه می‌شویم. بسته‌بندی گام مهمی است و برنامه‌نویس برای انجام این مهم، یعنی سوار کردن مختصات متعدد و متنوع برنامه‌های متشکلهٔ یک سیستم طراحی شده، به یک سلسله دستورالعمل نیاز دارد. در صورت عدم وجود یا عدم وضوح و روشنی این دستورالعملها، برنامه‌نویس در ساختن سیستم با مشکل مواجه می‌شود و به کیفیت سیستم طراحی شده توسط وی، آسیب وارد می‌شود. بسته‌بندی نرم‌افزاری برنامه در دو مرحله صورت می‌پذیرد: نخست، افزودن مختصات تعامل و پایگاه اطلاعاتی به مختصات برنامه (تعریف و مشخص کردن مشاغل و متناسب ساختن مختصات برنامه با سلولهای بار)؛ دوم، تدوین راهبرد کدگذاری و آزمایش برنامه (بام و کوین[1]، ۱۹۹۴، ص ۶۲).

سلولهای متعامل، پایگاه اطلاعاتی، سلولهای مشاغل، و سلولهای بار

طرحهای گزارش و تخصیص صفحه که در ضمن مرحله طراحیِ نحوهٔ تعامل ایجاد شدند، مبین مختصات تعامل هستند که به مختصات برنامه افزوده می‌شوند. با مرور نمودار ساخت و ضمیمه کردن طرح گزارش و طرح تخصیص صفحه به آن، مختصات برنامه و مختصات تعامل با هم تلفیق می‌شوند. برای مثال، مختصات «صفحه ثبت صورتحساب» به نمودار ساخت «صورتحساب را تهیه کنید» در نمودار ۵-۶ ضمیمه می‌شود.

مختصات پایگاه اطلاعاتیِ افزوده شده به مختصات برنامه، شامل موارد ذیل می‌شود:

۱. مسیرهای دستیابی- مانند کلیدها و فهرستهای راهنمای کمکی مورد استفاده سلولها برای بازیابی سوابق از پرونده‌ها یا به روز کردن سوابق؛

۲. شکل کلی پایگاه اطلاعاتی- مسیرهای دستیابی به پرونده در زبان تعریف

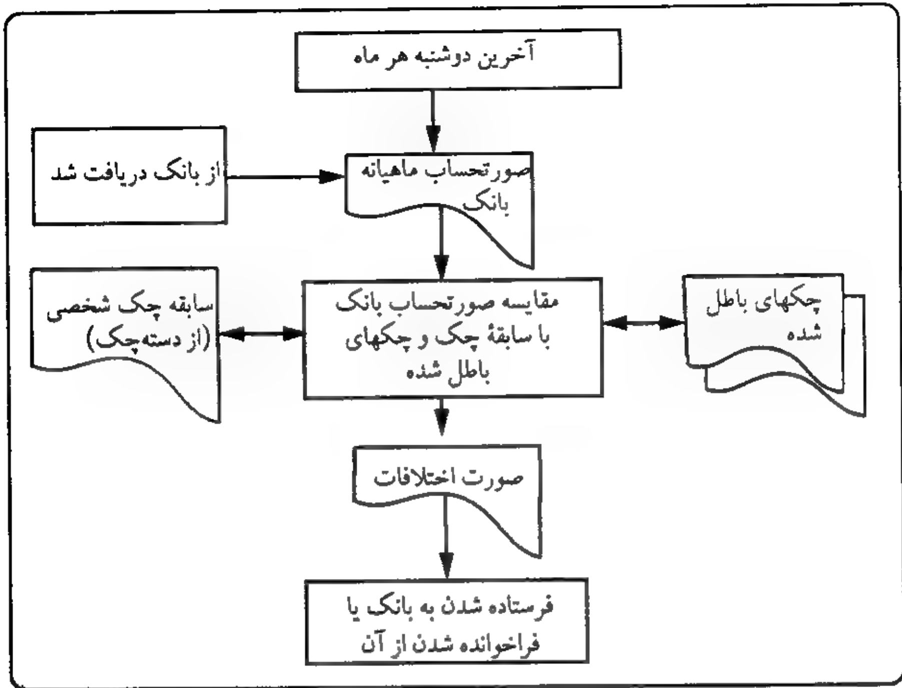
---

1. Baum and Kevin

برنامهٔ یک سلول، مشخص شده‌اند. در جریان مرحله بسته‌بندی نرم‌افزاری، هر سلولی که به پرونده‌ای دستیابی دارد، برای اطمینان از مشخص بودن مسیرهای دستیابی، بازنگری می‌شود (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۴۸۹).

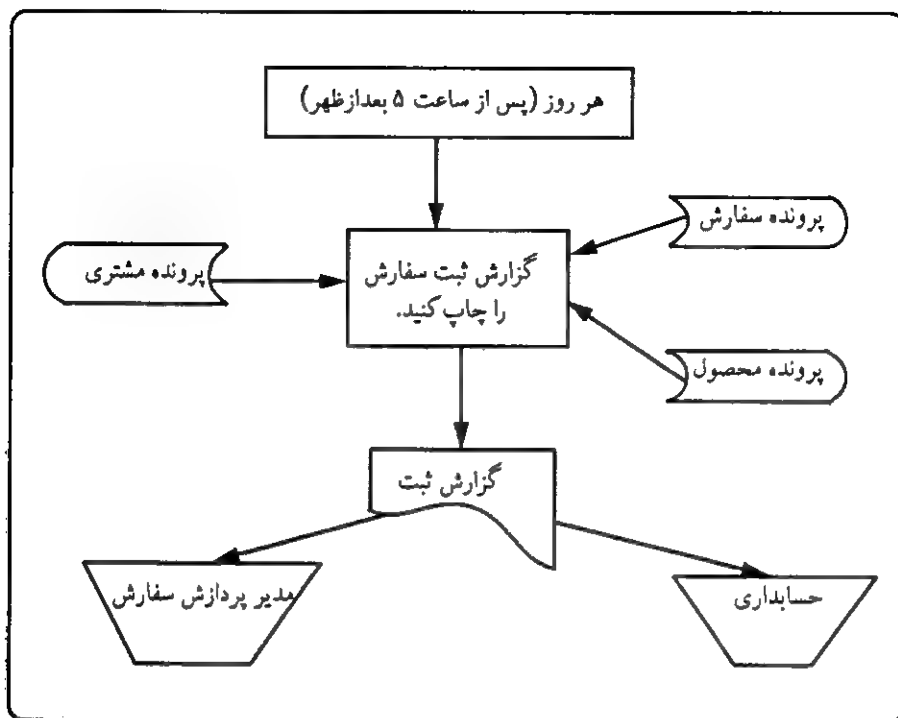
هنگام بسته‌بندی نرم‌افزار طراحی، مستندسازی مسیرهای دستیابی سلولها به پرونده، حایز اهمیت است. این امر به تحلیلگر اطمینان می‌دهد که وقتی برنامه‌ها به رمز درآیند، برنامه‌نویسان کارآمدترین مسیرهای دستیابی را به کار خواهند برد. برای مثال، در نمودار ۵ـ۶، سلول «مبلغ اقلام سفارش را به دست آورید» باید با استفاده از «شماره سفارش»، به مثابه یک کلید، به پرونده «اقلام سفارش» دست یابد. طراح بهترین راهِ دستیابی به «اقلام سفارش» را معین می‌کند و سپس مسیر دستیابی را در «زبان تعریف برنامه» برای سلول «مبلغ اقلام سفارش را به دست آورید»، مشخص می‌کند. طرح کلی پایگاه اطلاعاتی شرکت پخش عدالت‌گستر در نگاره ۵ـ۶، به طرح کمک می‌کند تا مسیرهای دستیابی به اطلاعات درباره ساختار پایگاه اطلاعاتی (برای مثال، کلیدها و فهرستهای راهنما) را مشخص کند. تعریف و تعیین مختصات کارها، برای برنامه‌هایی که مراحل آنها در زمانهای تعیین شده و با توالی ویژه‌ای انجام می‌شوند، ضروری است. یکی از این گونه کارها، تعیین ماندهٔ حساب دسته چک است (نمودار ۱۴ـ۷).

نمونهٔ کارهایی که در سازمانها انجام می‌پذیرند عبارتند از: پرداخت حقوق؛ تهیه نسخه اضافی برای پرونده‌ها، وصول مطالبات؛ چاپ کاربرگهای مالیات بر درآمد سالانه؛ و آماده‌سازی انواع گزارشهای داخلی، مانند گزارش ثبت سفارش. نمودارهای سیستم، بهتر از نمودارهای جریان اطلاعات می‌توانند توالی گامها را در کار تشریح کنند؛ به همین دلیل از آنها برای مشخص کردن کارها استفاده می‌شود. بعلاوه، این نمودارها می‌توانند زمان آغاز کار را نیز مشخص کنند. زمانبندی کارها معمولاً از طریق خط‌مشیها و رویه‌های سازمانی دیکته می‌شود. اگر خط‌مشی سازمانی این باشد که پرداختها هر دو هفته یک بار انجام شوند، چک حقوقی باید هر دو هفته یک بار صادر شود (احتمالاً به مثابه آخرین کارِ آخرین روز هفته، یا نخستین کار صبح شنبه؛ بدین ترتیب می‌توان چکهای حقوقی را عصر روز شنبه به کارکنان تحویل داد. همچنین اگر خط‌مشی سازمان



نمودار ۷.۱۴ نمودار کار تعیینِ مانده حساب دسته‌چک

این باشد که از پرونده‌های کامپیوتریِ هر روز، یک نسخه اضافی تهیه شود، باید رویه نسخه‌برداری از پرونده‌ها به‌طور روزانه، در یک ساعت معین در پایان روز، اجرا شود. توالی گامهای کار نیز توسط تعدادی از عوامل، مشتمل بر رویه‌های تعیین شده، ترتیب به روزسازی پرونده‌ها برای تولید خروجیِ کار، ملاحظات نسخه‌برداری و وصول، و نحوهٔ پردازش کار (به صورت بازده قوی یا دسته‌ای) دیکته می‌شود. نمودار ۱۵-۷، شرح کار و عملیات ضروری برای چاپ گزارش ثبت سفارشِ شرکت پخش عدالت‌گستر را نشان می‌دهد. آخرین فعالیت از نخستین گام بسته‌بندی نرم‌افزاری، تعریف سلولهای بار موجود بر روی نمودار ساخت است. هر سلول بار، یک واحد فیزیکی است که برای اجرا، به حافظه کامپیوتر داده می‌شود. در بسیاری از موارد، حافظه مورد نیاز سلولهای یک برنامه از حافظه موجود کامپیوتر بیشتر است؛ بنابراین طراح باید تعیین کند



نمودار ۷.۱۵ نمودار کارِ گزارش ثبت سفارش، برای شرکت پخش گستر

که کدامیک از سلولها، در چه زمانی به حافظه داده شوند، و چه سلولهایی خارج از آن باقی بمانند. نمودار ۱۶ـ۷، نحوه تعریف سلولهای بار را نشان می‌دهد. در این مثال، سلولهای برنامه «صورتحساب تهیه کنید» به هزار واحد حافظه نیاز دارد؛ درحالی که فقط هشتصد واحد حافظه برای اجرای این برنامه موجود است؛ بنابراین، فقط می‌توان بخشی از برنامه «صورتحساب تهیه کنید» (یعنی یک یا چند سلول از آن) را به‌طور همزمان به حافظه داد (خطوط نقطه‌چین، حجم واحدهایی از حافظه را نشان می‌دهند که توسط سلولها به کار گرفته شده‌اند) (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۵۰۶؛ هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۹۱؛ گلب[1]، ۱۹۸۹، ص ۷۸).

1. Gelb

الف) واحدهایی از حافظه کامپیوتر که در دسترس هستند (میزان فضای خالی در حافظه)

۲۰۰

۴۰۰

۶۰۰

۸۰۰

ب) فضای مورد نیاز برای ذخیره‌سازی سلولها بار در حافظه کامپیوتر

	صورتحساب تهیه کنید	اطلاعات تنظیم صورتحساب را به دست آورید	اعتبار سفارش را معین کنید	صفحهٔ-صورتحساب را بخوانید
۲۰۰	مالیات فروش را محاسبه کنید	صفحه خطای صورتحساب را بنویسید	اعتبار شماره سفارش را معین کنید	
۴۰۰	کد-استان را معین کنید	شماره-مشتری را بخوانید	مبلغ-اقلام-سفارش را به دست آورید	
۶۰۰		مالیات-فروش را محاسبه کنید	شماره-صورتحساب را معین کنید	
۸۰۰	شماره-مشتری را بخوانید	شماره-آخرین صورتحساب را بخوانید	صورتحساب-جدید را بنویسید	
۱۰۰۰			صفحه صورتحساب را بنویسید	

نمودار ۷.۱۶ سلولهای بار

اهمیت تعریف سلولهای بار، در تأثیر آنها بر کارآیی است. در واقع، هرچه تعداد بیشتری از سلولهای یک برنامه، به‌طور همزمان در حافظه ذخیره شوند، آن برنامه سریعتر اجرا خواهد شد؛ زیرا هنگام نیاز به سلولهایی که در حافظه نیستند، باید آنها را از دیسکت به حافظه انتقال داد. بدیهی است که رفت و برگشت میان دیسکت و حافظه، مدتی از زمان را تلف خواهد کرد؛ به این ترتیب، اگر تمام سلولهای برنامه، یکباره به حافظه داده شوند، مدت زمان کمتری برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز است.

هرکسی که هنگام کار با کامپیوتر شخصی، با یک دیسکت صدمه دیده مواجه شده باشد، بهتر می‌تواند میزان اهمیت و ارزش تعریف سلولهای بار را درک کند. به‌طور کلی، حجم برنامه و پرونده‌های اطلاعاتی مورد نیاز در یک کاربرد، خیلی بیش از ظرفیت یک دیسکت است؛ بنابراین، کاربر به‌طور پیوسته با اخطارها و دستورالعملهای فوری سیستم عامل کامپیوتر، مبنی بر تعویض دیسکت، مواجه می‌شود و متوقف می‌گردد. این شیوهٔ جمع‌آوری، وقت‌گیر است و کارآیی کاربر را کاهش می‌دهد. این کاهشِ کارآیی، به وضعیتی شباهت دارد که کامپیوتر در حال اجرای برنامه‌ای باشد که حجم کامل آن، بسیار بیش از ظرفیت حافظه کامپیوتر مذکور باشد.

هدف از تعریف سلولهای بار، تهیه برنامه‌هایی است که با سرعت هرچه تمامتر قابل اجرا باشند. یک ابتکار خوب، قرار دادن آن برنامه‌ها در سلولهای بارِ منفردی است که به‌طور مرتب اطلاعات را، تغییر مکان داده، جلو و عقب می‌فرستند. نمودار ۱۷-۷، نحوهٔ تعریف سلولهای بار برای برنامه «صورتحساب تهیه کنید» را نشان می‌دهد.

به دلیل تناوب زیاد تعامل سلولی در سلسله مراتب سلولهای «اطلاعات لازم برای تنظیم صورتحساب را به دست آورید»، یک سلول بار برای آنها ایجاد شده است (سلول بار شماره ۲)؛ اما به‌طور قطع می‌گفت که تفکیک سلولهای «صفحه صورتحساب را بخوانید»، «شماره سفارش را بخوانید و اعتبار آن را معین کنید»، و «صفحه خطای صورتحساب را بنویسید»، در قالب سلولهای بار متفاوت، طالب ندارد؛ زیرا این سلولها می‌توانند به‌طور مکرر در تعامل با یکدیگر باشند. بویژه، اگر اعتبار «اطلاعات ورودی کاربر» و «شماره سفارش» تأیید نشود. همان‌طور که در نمودار

۷ـ۱۷ ملاحظه می‌شود، در نمودار ساخت، سلولهای بار را با رسم یک خط به دور سلولهایی که در یک سلول بار منفرد قرار می‌گیرند، مشخص می‌کنند (ویتن و دیگران، ۱۹۹۰، ص ۶۶۷).

به رمز درآوردن و آزمایش

دومین گام در بسته‌بندی نرم‌افزاری، تدوین راهبرد به رمز درآوردن و آزمایش برنامه‌هاست. با توجه به سلسله‌مراتب سلولها ـ که با استفاده از نمودار ساخت تهیه می‌شود ـ می‌توان یکی از سه راهبرد ذیل را برای به رمز درآوردن و آزمایش برنامه‌ها به کار گرفت:

۱. راهبرد از بالا به پایین؛
۲. راهبرد از پایین به بالا؛
۳. راهبرد ترکیبی.

در راهبرد اول، عمل به رمز درآوردن و آزمایش از سلولهای سطح بالا آغاز می‌شود و به طرف پایینِ سلسله‌مراتب ادامه می‌یابد؛ درحالی که در راهبرد دوم، عمل به رمز درآوردن و آزمایش از سلولهای سطوح پایین آغاز می‌شود و به طرف بالای سلسله‌مراتب پیش می‌رود. در راهبرد سوّم، عملیات به رمز درآوردن و آزمایش به صورت ترکیبی انجام می‌شود؛ به این ترتیب که برای سلولهای سطح بالا، از بالا به پایین، و برای سلولهای سطح پایین، از پایین به بالا اقدام می‌شود (هاریس کیویکز، ۱۹۹۸، ص ۳۹۵).

برنامه‌های طراحی

ایجاد و پالایش نمودارهای ساخت، به هدایت نحوه طراحی برنامه‌ها کمک می‌کند. گامهایی که باید برای طراحی برنامه‌های یک سیستم برداشته شوند، عبارتند از:

۱. بازنگری نمودار جریان اطلاعات و مختصات تعامل، برای تعیین هویت برنامه‌ها؛

صورتحساب را تهیه کنید

سلول بار (۱)

سلول بار (۲)

صفحه صورتحساب را بنویسید

صورتحساب جدید بنویسید

شماره صورتحساب را ارائه کنید

مالیات فروش را به دست آورید

اطلاعات لازم برای تنظیم صورتحساب را به دست آورید

شماره آخرین صورتحساب را بخوانید

مالیات فروش را محاسبه کنید

استان را شناسایی کنید

مبلغ اقلام سفارش را به دست آورید

اعتبار سفارش را معین کنید

سابقه مشتری را بخوانید

شماره مشتری را بخوانید

جدول مالیات

مشتری

صفحه خطای صورتحساب را بنویسید

شماره سفارش را بخوانید و اعتبار آن را معین کنید

صفحه صورتحساب را بخوانید

اقلام سفارش

پرونده سفارش

صفحه ثبت صورتحساب

نمودار ۷.۱۷ نمودار ساخت تهیه صورتحساب و سلولهای بار

۲. ترسیم یک نمودار جریان اطلاعات برای هر برنامه؛

۳. تجزیه و تحلیل داد و ستد یا تجزیه و تحلیل تبدیل؛

۱ـ۳ اگر تجزیه و تحلیل تبدیل باشد،

۱ـ۱ـ۳ باید ورودی، خروجی، و فرایندهای تبدیل مرکزی معین شوند؛

۲ـ۱ـ۳ فرایندها باید بر روی یک صفحه کاغذ، به گونه‌ای تنظیم شوند که فرایند تبدیل مرکزی در بالا، ورودی در سمت راست، و خروجی در سمت چپ قرار گیرد.

۲ـ۳ اگر تجزیه و تحلیل داد و ستد باشد،

۱ـ۲ـ۳ باید مرکز داد و ستد معین شوند؛

۲ـ۲ـ۳ فرایندها باید بر روی یک صفحه کاغذ، به گونه‌ای تنظیم شوند که مرکز داد و ستد در رأس قرار گیرد.

۴. تبدیل فراگردها به سلولها و تبدیل جریانهای اطلاعاتی به اتصالهای سلولی؛

۵. افزودن مختصات پایگاه اطلاعاتی و مختصات تعامل به نمودار ساخت؛

۶. تبدیل زبان «انگلیسی ساختار یافته» برای هر فراگرد، به «زبان تعریف برنامه» برای هر سلول؛

۷. پالایش طراحی برنامه از حیث زوجی بودن و انسجام؛

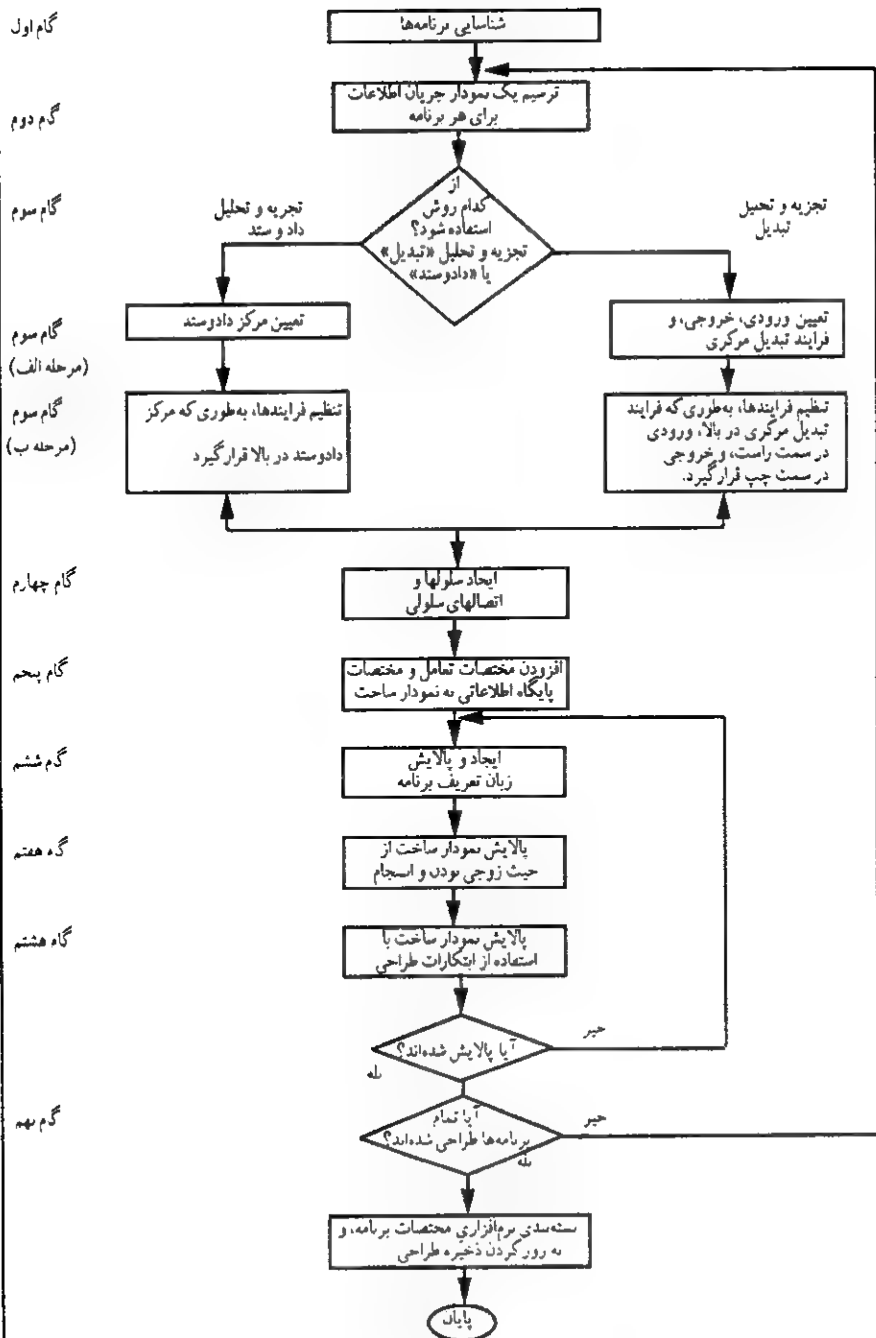
۸. پالایش نمودار ساخت، با استفاده از ابتکارات طراحی؛

۹. بسته‌بندی نرم‌افزاری مختصات برنامه و به روز کردن ذخیره طراحی (هنگامی که همه برنامه‌های سیستم مشخص شدند).

آنچه پس از تکمیل طراحی تحویل داده می‌شود، مشتمل است بر «نرم‌افزار بسته‌بندی شدهٔ نمودار ساخت» و «زبان تعریف برنامه». مراحل روش طراحی برنامه نظام‌یافته، در نمودار ۱۸ـ۷ نشان داده شده است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۵۱۰ـ۵۱۱).

پرسشها

۱. شاخص «زوجی» را تعریف کنید و انواع آن را بنویسید.



نمودار ۱۸ـ۷ مراحل طراحی برنامه نظام یافته

۲. شاخص «انسجام» را تعریف کنید و انواع آن را بنویسید.
۳. روشهای ابتکاری در «طراحی برنامه نظام یافته» را تشریح کنید.
۴. زوجی اطلاعاتی را تشریح کنید.
۵. «ساختار اطلاعاتی» را تشریح کنید.
۶. در چه صورت گفته می‌شود دو سلول «زوجی مهر شده»اند؟ عیب «زوجی مهر شده» را تحلیل کنید.
۷. «زوجی کنترلی» چه نوع رابطه‌ای است؟ چرا این رابطه نامطلوب است؟
۸. زوجی معمولی یا مشترک را تشریح کنید. چرا باید این رابطه را به رابطه «زوجی اطلاعاتی» تبدیل کرد؟
۹. نامطلوبترین نوع زوجی کدام است؟ چرا؟
۱۰. در چه صورت گفته می‌شود یک سلول دارای انسجام کارکردی است؟ چگونه می‌توان انسجام هر سلول را تشخیص داد؟
۱۱. انسجام ترتیبی را تشریح کنید.
۱۲. انسجام ارتباطاتی چه تفاوتی با انسجام ترتیبی دارد؟ تحلیل کنید.
۱۳. در چه صورت گفته می‌شود یک سلول دارای انسجام رویه‌ای است؟ چگونه می‌توان انسجام آن را به کارکردی تبدیل کرد؟
۱۴. انسجام موقتی را تشریح کنید.
۱۵. چگونه می‌توان سلول دارای انسجام منطقی را به انسجام کارکردی تبدیل کرد؟ چرا؟
۱۶. در چه صورت گفته می‌شود یک سلول دارای انسجام تصادفی یا همزمانی است؟ چرا شناخت این گونه سلولها دشوار است؟
۱۷. اندازهٔ سلول چگونه تعیین می‌شود؟
۱۸. چرا باید اندازه سلول کوچک باشد؟ آیا استثنایی در این زمینه وجود دارد؟ تحلیل کنید.
۱۹. حیطهٔ نظارت سلولها را چگونه باید تعیین کرد؟

۲۰. برای محدود کردن حیطه نظارت سلولهای رئیس از چه شاخصی استفاده می‌شود؟ و چگونه صورت می‌پذیرد؟

۲۱. مرحلهٔ استقرار برنامه در چه صورت آغاز می‌شود؟

۲۲. سلول بار و نقش آن را تشریح کنید.

۲۳. راهبردهای کدگذاری برنامه را تشریح کنید.

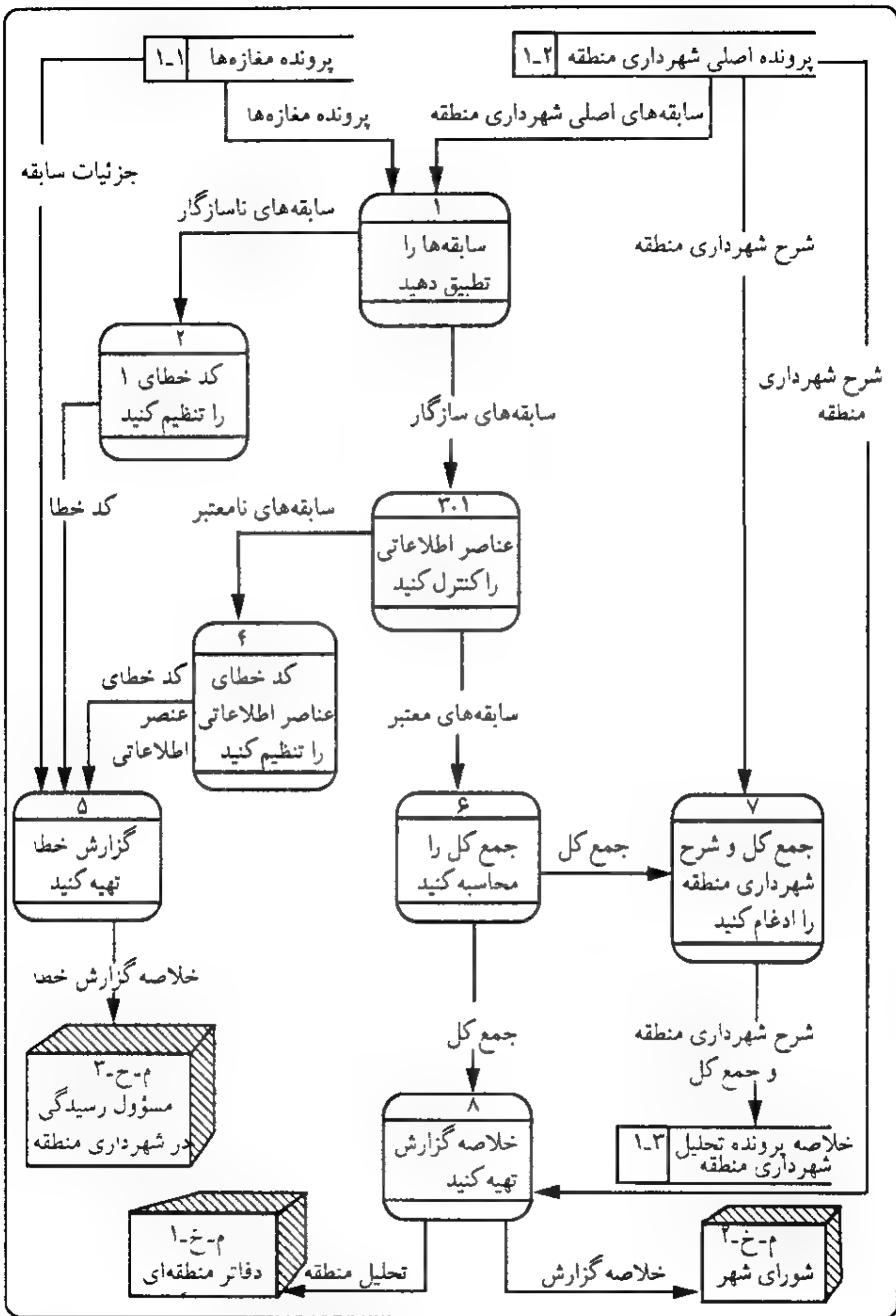
۲۴. فنون آزمایش برنامه را تشریح کنید.

واژه‌ها و مفاهیم مهم

پالایش	زوجی (معمولی) مشترک	آزمایش
زوجی	زوجی محتوایی	راهبرد بالا به پایین
انسجام	انسجام کارکردی	راهبرد پایین به بالا
اندازه سلول	انسجام ترتیبی	راهبرد ترکیبی
حیطه نظارت (بسط)	انسجام ارتباطاتی	فن جعبه سیاه
قبض	انسجام رویه‌ای	فن جعبه سفید
زوجی اطلاعاتی	انسجام منطقی	سلول بار
زوجی مهر شده	انسجام موقتی	کدگذاری
زوجی کنترلی	انسجام تصادفی (همزمانی)	

تمرینها

۱. در شهرداری هر منطقه، به‌طور روزانه خلاصه پرونده‌ای از مغازه‌های گوناگون در هر بخش از هر استان تهیه می‌شود. سابقه هر مغازه (از پرونده مغازه) با یک سابقهٔ اصلی (از سابقه پرونده اصلی در شهرداری منطقه) مقایسه می‌شود. اگر سابقه مشابهی برای یک نوع مغازه یافت نشود کد خطای یک تنظیم می‌شود. اگر سابقه مغازه عناصر اطلاعاتی خاصی داشته باشد که برای عناصر اطلاعاتی ذخیره پرونده اصلی در شهرداری منطقه معتبر نباشد کد خطای عناصر اطلاعاتی تنظیم می‌شود.



نمودار ۷.۱۹ پرونده نمودار جریان اطلاعات سیستم

خطاها بر روی یک فهرست خلاصه خطاها ثبت می‌گردد و گزارش تفصیلی تهیه می‌شود.

جمع کل تمام سوابق مغازه‌ها در هر شهرداری منطقه معین می‌شود و بر آن اساس، خلاصه گزارش تحلیل وضعیت شهرداری منطقه ارائه می‌گردد که در آن به جمع‌کل اشاره خواهد شد. گزارشی از خطاها نیز تهیه می‌گردد. خروجی دیگر، یک پرونده جدیدی است که در آن سابقه هر شهرداری منطقه در «پرونده خلاصه گزارش تحلیل شهرداریها» آمده است. هریک از این خروجیها، اطلاعات مربوط به شرح شهرداری هر منطقه را از پرونده اصلی شهرداریها و جمع‌کل محاسبه شده از هریک از سابقه‌های مغازه‌ها را دربردارد. جمع‌کل در پایان هر «خلاصه گزارش تحلیل منطقه» نیز نشان‌دهندهٔ جمع‌کل مغازه‌های هر استان است. پرونده نمودار جریان اطلاعات برای این سیستم در نمودار ۱۹-۷ نشان داده شده است. برای هر سیستم نمودار ساخت با استفاده از نمودارهای جریان اطلاعات و «شرح فراگرد» تهیه کنید. نمایش جریانهای اطلاعاتی (داده‌ای) و کنترلی ضرورتی ندارد.

۲. با استفاده از نمودار ساخت ایجاد شده در تمرین ۱ به پرسشهای ذیل پاسخ دهید. فرضهای ضروری را تدوین کنید:

الف) آیا طراحی شما از حداقل زوجی برخوردار است؟ شرح دهید.

ب) آیا طراحی شما انسجام دارد؟ شرح دهید.

ج) نمودار جریان کار برای خلاصه تحلیل منطقه و پرونده نمودار جریان اطلاعات ترسیم نمایید.

کندوکاو موردی: داروخانهٔ شفا

آقای بینا مدیر داروخانه و آقای گویا سرپرست داروخانه درخواست تفصیلی دریافت خدمات اطلاعاتی را پر کرده‌اند که در نگاره ۱ ضمیمه نشان داده شده است. اکنون، آقای دانا تحلیلگر داده‌ها را از طریق گامهای گوناگون مدلسازی اطلاعات همراهی می‌کنیم.

ایجاد مدل مفهومی «داده» و بخش‌بندی آن به خرده سیستمها

آقای دانا کارش را با شناسایی موجودیتهای عمده و روابط میان آنها در سیستم داروخانه آغاز می‌کند. سیستم داروخانه در بالاترین سطح، از داده‌های مربوط به چهار نوع موجودیت: دارو، نسخه، بیمار و پزشک استفاده می‌کند. نمودار کلی جریان اطلاعات (نمودار سطح صفر) و خرده‌سیستمهای عمده سیستم داروخانه که شامل داروخانه، انبار و بخش اداری است به وسیله آقای رازی آماده شده است (نمودار ۱ ضمیمه). آقای دانا خرده‌سیستم داروخانه را به خرده‌سیستمهایی تفکیک کرده و معین ساخته که هر خرده سیستم مسؤول ایجاد چه مصادیقی از موجودیتهاست. وی این اطلاعات را از توصیف سیستم داروخانه در نگاره ۱ ضمیمه و از گفتگو با مدیر داروخانه و معاون او به دست آورده است. مصادیقی از **نسخه** در بخش داروخانه (خرده‌سیستم داروخانه)، مصادیقی از **دارو** در بخش انبار (خرده‌سیستم انبار) و مصادیقی از **پزشک** و **بیمار** در بخش اداری بیمارستان (خرده‌سیستم اداری) ایجاد شده‌اند. آقای دانا خرده‌سیستم مورد مطالعه را بر روی مدل اطلاعات با ترسیم مرزی پیرامون موجودیتها مشخص کرده است همان‌طوری

صفحه ۱۱ ز ۱	برگ درخواست خدمات اطلاعاتی	بیمارستان شفا
تاریخ ۱۳۷۹/۸/۱۴	حفظ سوابق داروخانه	سیستم

ارائه خدمت به داروخانه (بخش) سرپرست: آقای رضا گویا

تلفن ۲۸۵ امضاء مجاز: رضا گویا

خدمات درخواستی

۱. تهیه خلاصه گزارشها،صورت عملیات و برچسبهای نسخه به‌طور خودکار

۲. ترکیب تمام پرونده‌های اصلی مورد استفاده بخشهای داروخانه، انبار و اداری.

شرح سیستم

نسخه‌های بیماران در بیمارستان برحسب پزشک صادرکننده آنها بایگانی می‌شود. معمولاً بیمار نسخه را به داروخانه می‌آورد تا داروها را بگیرد. دادن دارو به بررسی موارد ذیل نیاز دارد:

۱. تعیین صحت وجود پزشک صادرکننده نسخه.

۲. شماره‌گذاری نسخه و درج آن در پرونده نسخه‌ها.

۳. بایگانی نسخه به وسیله دکتر داروخانه. دکتر داروخانه اقدامهای زیر را انجام می‌دهد:

۳.۱. اطلاعات نسخه را بر روی CRT بنمایش می‌گذارد.

۳.۲. با استفاده از اطلاعات نسخه، داروها را از انبار برداشته در پاکت می‌گذارد.

۳.۳. سابقه نسخه را بر حسب مارک دارو و شماره شناسایی دکتر داروخانه بهنگام می‌کند.

۳.۴. برچسب نسخه را با ذکر نام بیمار چاپ می‌کند.

۳.۵. برچسب نسخه را بر روی پاکت دارو چسبانده و به بیمار می‌دهد.

گزارشهای روزانه با استفاده از اطلاعات سابقه‌های ذخیره شده در پرونده نسخه ایجاد می‌شود. دو نوع گزارش چاپ می‌شود: ۱) گزارش عرضه کننده دارو، ۲) گزارش مصرف روزانه دارو.

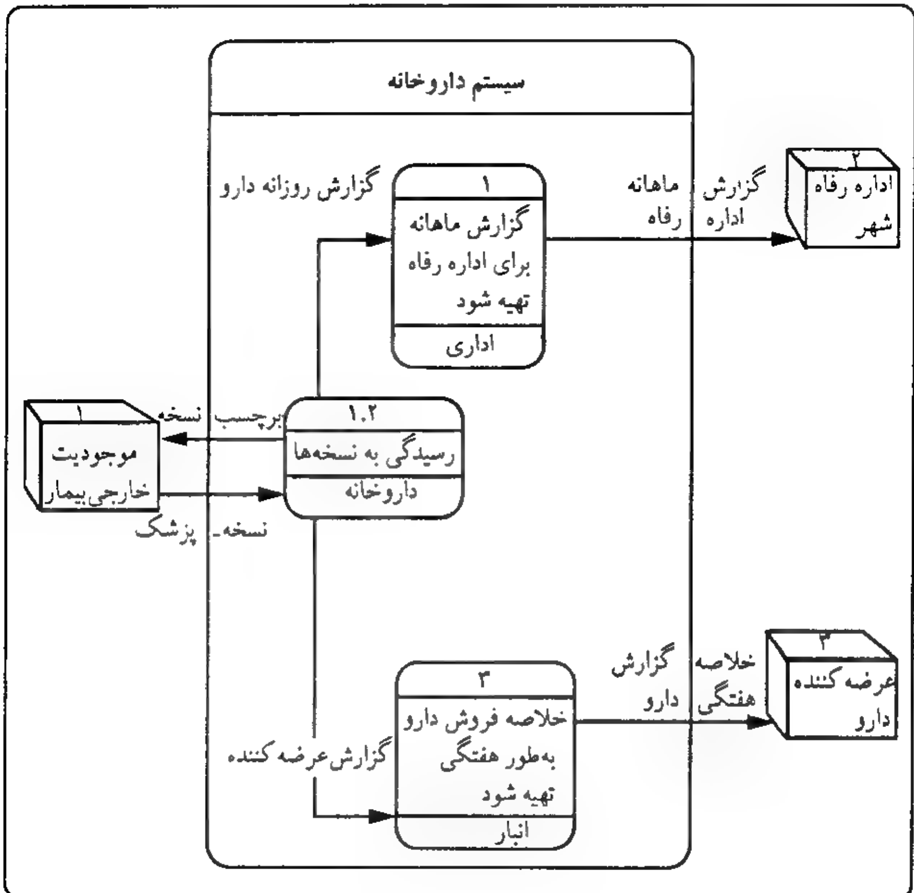
۱. گزارش عرضه کننده دارو برای کنترل موجودی بکار می‌رود. این گزارش اطلاعات عرضه کنندگان را از پرونده آنان و اطلاعات دارو را از پرونده دارو مورد استفاده قرار می‌دهد.

۲. گزارش مصرف روزانه دارو به بخش اداری ارسال می‌شود و فقط شامل اطلاعات موجود در پرونده مربوط به نسخه است.

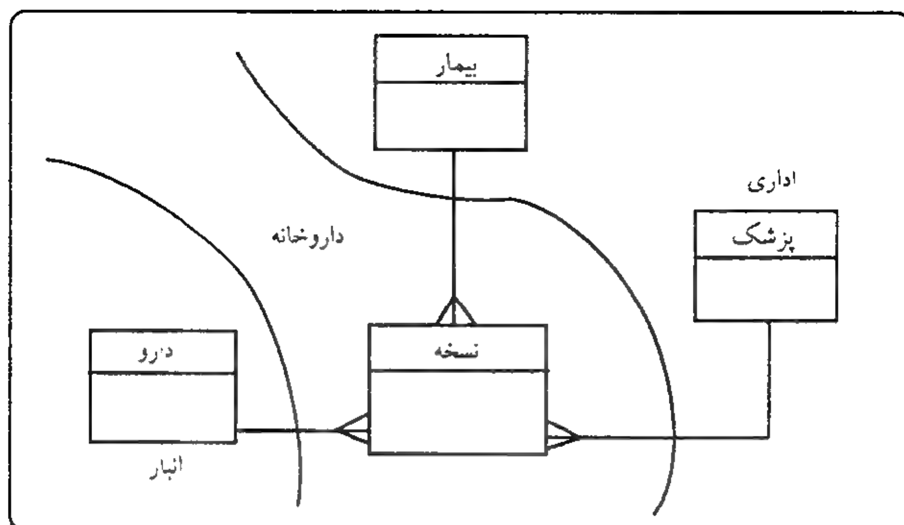
امضا .... تاریخ ....

نگاره ۱ ضمیمه برگ درخواست «خدمات اطلاعاتی» توسط واحد داروخانه

که در نمودار ۲ ضمیمه نشان داده شده است. آنگاه تحلیلگر باید تصمیم بگیرد که به چه ترتیب خرده‌سیستمها به‌طور تفصیلی مدلسازی شوند. وی از مدیر داروخانه می‌خواهد که به هر خرده سیستم یک اولویتی بدهد. مدیر داروخانه نیز بیشترین اولویت را به خرده‌سیستم داروخانه می‌دهد. از این رو تحلیلگر به این نتیجه می‌رسد که **نسخه** احتمالاً موجودیت مرکزی خواهد بود، زیرا با همه موجودیتهای دیگر در مدل جریان اطلاعات ارتباط دارد (نمودار ۲ ضمیمه). بنابراین، تحلیلگر مدلسازی موجودیتها و روابط را با **نسخه** به عنوان موجودیت مرکزی آغاز می‌کند.



نمودار ۱ ضمیمه نمودار محتوایی سیستم داروخانه



نمودار ۲ ضمیمه مدل جریان اطلاعات با مرزهای خرده‌سیستم داروخانه

مدلسازی موجودیتها و روابط

نمودار ۳ ضمیمه نخستین پیش‌نویس تحلیلگر از مدل اطلاعات داروخانه را نشان می‌دهد. تمرکز مدل بر اطلاعات مورد نیاز برای حمایت از خرده‌سیستم داروخانه است اگرچه تنها «نسخه» به‌طور کامل درون مرز خرده‌سیستم داروخانه قرار می‌گیرد. تحلیلگر می‌دانست که اطلاعات از دارو، بیمار و پزشک به وسیله خرده‌سیستم داروخانه به کار گرفته خواهد شد و از این رو این موجودیتها نیز می‌بایست مدلسازی می‌شد. در مدل مفهومی، تحلیلگر موجودیت «نسخه» را به عنوان موجودیت مرکزی در مرکز مدل قرار داد و هریک از موجودیتها را در «ذخیره طراحی اولیه»، تعریف و مستند کرد (نگاره ۲ ضمیمه).

تحلیلگر با استفاده از شرح سیستم که در نگاره ۱ ضمیمه آماده شده بود نشانگرهای موجودیتها را تحلیل کرد و متوجه شد که ویژگیهای **نام-دارو** و **شماره-بیمار** بر روی **برگه-نسخه-دکتر** برای شناسایی بیمار و دارو به کار رفته است و اینکه **شماره-نسخه** منحصر به فردی به هریک از تجویزها در بخش داروخانه داده شده است و

همچنین دریافت که پزشکان با نام فامیلشان (**نام-فامیل-پزشک**) شناسایی می‌شوند. بعد تحلیلگر نشانگرها را نام‌گذاری و تعریف کرد. با استفاده از راهنمای نام‌گذاری در نگاره ۲-۴ **شماره-بیمار** را به **شماره-نشانگر-بیمار** و **شماره-نسخه** را به **شماره-نشانگر-نسخه** تغییر داد (نگاره ۲ ضمیمه).

تحلیلگر با استفاده از قیاس، مقدار روابط بر روی نخستین پیش‌نویس مدل اطلاعات را معین کرد. وی تجویز را به عنوان سفارش و دارو را به عنوان محصول در نظر گرفت و از مدل اطلاعات شرکت پخش عدالت‌گستر (نمودار ۳-۴) برای هدایت کار استفاده کرد. مقدار رابطه میان موجودیت **مشتری و سفارش** {N و 0}، و میان **سفارش و موجودیت محصول** {M و N} است. تحلیلگر فرض کرد که به هرحال در داروخانه شفا، برای هر دارو یک نسخه صادر می‌شود، بنابراین رابطهٔ میان دارو و نسخه را به عنوان {N و 0} تعریف کرد. وی فرض صورت پذیرفته در «بخش اظهار نظر» را به عنوان یک یادداشت برای پرسش از مدیر داروخانه دربارهٔ رابطه، در ضمن تعیین اعتبار مدل مستند ساخت. تحلیلگر بعد، رابطه از **دارو** به **مارک دارو** را تغییر داد. مقدار رابطه میان پزشک و نسخه مستقیم و سرراست به نظر می‌رسید: هر پزشک نسخه‌های زیادی می‌تواند تجویز کند ولی هر نسخه می‌تواند تنها به وسیله یک پزشک تجویز شده باشد.

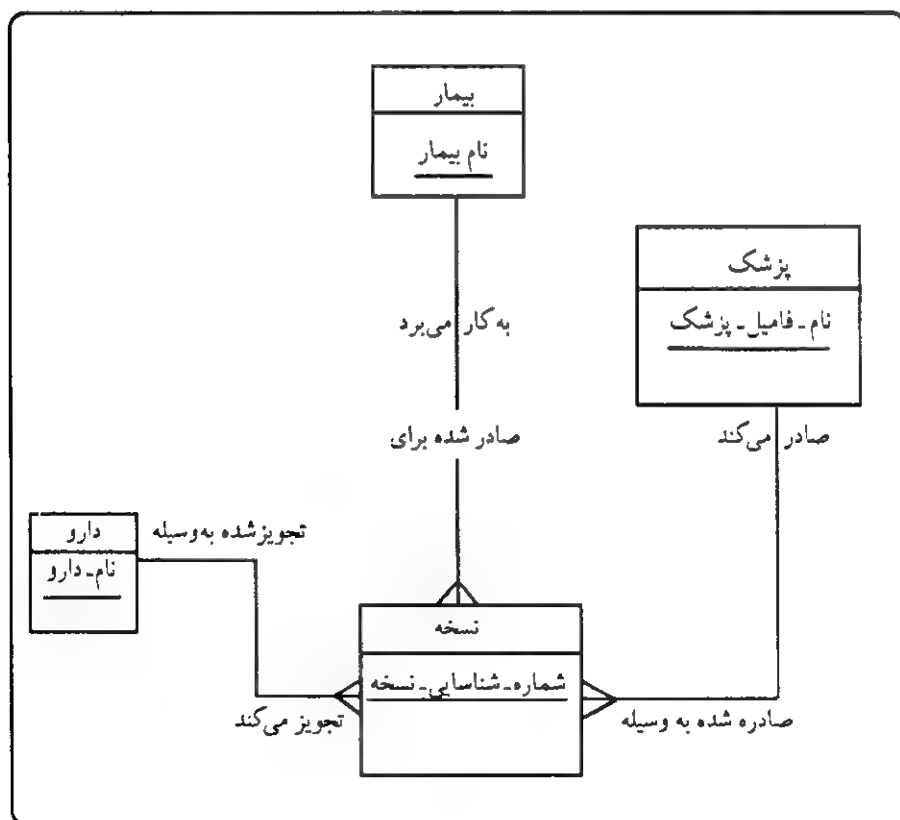
تحلیلگر برای تعریف وابستگیهای حیاتی با قیاس از مدل شرکت عدالت‌گستر عمل کرد و بیان داشت که وجود سفارش وابسته به وجود مشتری است. به همین ترتیب وجود نسخه وابسته به وجود بیمار است. بدین معنی که یک نسخه نمی‌تواند بدون وجود بیمار وجود داشته باشد. وی همچنین فرض کرد که نسخه بدون وجود دارو و احتمالاً بدون وجود پزشک نمی‌تواند وجود داشته باشد. حداقل رابطه یک، برای مشخص کردن وابستگیها ایجاد شد.

تحلیلگر همچنین مفروضات خود دربارهٔ وابستگیها را در «بخش اظهار نظر» مستند می‌سازد. تحلیلگر پس از تعریف وابستگی، تصمیم می‌گیرد نشانگر دومی برای نسخه اضافه کند. وی چنین فرض کرد که هر بیمار احتمالاً دو نسخه از یک پزشک برای یک دارو در همان روز دریافت نخواهد کرد. ویژگی **تاریخ-نسخه** به عنوان نشانگر دوم

برای **نسخه** افزوده شد و علامت <۱> را پیش از نشانگر **تاریخ-نسخه** قرار داد تا از نشانگر **شماره-نشانگر-نسخه** متمایز گردد.

نشانگر **تاریخ-نسخه** با نشانگرهایی از موجودیتهایی که نسخه به آن وابسته بود ترکیب شد تا نشانگر دوم برای **شماره-نشانگر-بیمار + نام-دارو: نسخه + نام-فامیل-پزشک + تاریخ-نسخه** شکل گیرد و علامت <۱> بر روی خط رابطه **دارو-نسخه** نزدیک موجودیت **نسخه** برای نشان دادن وابستگی نشانگر قرار داده شد.

اکنون که تحلیلگر موجودیتها، روابط و وابستگیها را شناسایی و تعریف کرده است گام بعدی تعریف مجدد و تعیین اعتبار مدل اطلاعات می‌باشد.



نمودار ۳ ضمیمه نخستین پیش‌نویس «مدل اطلاعات» داروخانه

<table>
<tr><th>موجودیتها</th></tr>
<tr><td>دارو شرح: ماده‌ای شیمیایی که به وسیله بیمار به دلیل پزشکی به کار گرفته می‌شود. یک دارو می‌تواند با نسخه، یا بدون نسخه باشد. وایمیسین و آسپرین دارو به شمار می‌آیند.
بیمار شرح: شخصی که در بیمارستان مداوا می‌شود و یا دارو دریافت می‌دارد. برای مثال آقای رضا بهرامی یک بیمار است.
پزشک شرح: کسی که گواهینامه پزشکی دریافت کرده است و می‌تواند دارو تجویز کند. برای مثال آقای حسین دانا یک پزشک است.</td></tr>
<tr><th>روابط</th></tr>
<tr><td>بیمار مقدار رابطه:
نسخه شرح: هر بیمار نسخه‌های بسیاری مورد استفاده قرار می‌دهد ولی هر نسخه فقط برای یک بیمار صادر می‌شود. نسخه بدون وجود بیمار نمی‌تواند وجود داشته باشد.
پزشک: مقدار رابطه:
نسخه شرح: هر پزشک، نسخه‌های زیادی صادر می‌کند ولی هر نسخه فقط به وسیله یک پزشک می‌تواند صادر شده باشد. یک نسخه بدون وجود پزشک معتبر نمی‌تواند وجود داشته باشد.
دارو: مقدار رابطه:
نسخه شرح: هر دارو می‌تواند به وسیله پزشکان بسیاری تجویز شود، ولی هر نسخه فقط یک دارو را می‌تواند تجویز نماید. نسخه بدون وجود دارو نمی‌تواند وجود داشته باشد.</td></tr>
<tr><th>ویژگیها و نشانگرها</th></tr>
<tr><td>نام- دارو
شماره- شماره شناسایی- بیمار
نام- فامیل- پزشک
شماره- شماره شناسایی- نسخه</td></tr>
</table>

نگاره ۲ ضمیمه ذخیره طراحی مقدماتی برای مدل اطلاعات داروخانه

تعیین اعتبار موجودیتها و روابط

پیش از آنکه تحلیلگر با مدیر داروخانه و معاون وی برای تعیین اعتبار مدل صحبت کند،

می‌خواست مطمئن شود که مدل حتی‌الامکان کامل باشد. وی همچنین می‌خواست به برنامه‌نویس / تحلیلگر سیستم یعنی آقای صفا و مدیر پروژه آقای قانع فرصتی برای انتقاد از «مدل اطلاعات» بدهد. بنابراین نخستین گام تحلیلگر ارشد در تعیین اعتبار مدل، مرور مدل اطلاعات و نمودار جریان اطلاعات فراگرد صدور نسخه با مدیر پروژه آقای قانع و برنامه‌نویس آقای صفا بوده است. آنان نخست انباره‌های اطلاعات را در نمودار جریان اطلاعات با موجودیتها در مدل مفهومی اطلاعات مقایسه کردند و متوجه شدند که پرونده دکتر داروخانه و تأمین کننده دارو در مدل اطلاعات نشان داده نشده است. در نتیجه، اینها به عنوان موجودیت به مدل اضافه شد (به نمودار ۴ ضمیمه مراجعه شود). از آنجا که دکتر داروساز باید کارمند بیمارستان شفا باشد، نشانگر برای موجودیت **دکتر داروساز** به ترتیب ذیل تعریف شد: **شماره-شماره شناسایی-کارمند-دکتر داروساز**. به هرحال، تحلیلگر مطمئن نبود که چگونه باید تأمین کننده دارو را مورد شناسایی قرار دهد. وی از معاون داروخانه سؤال کرد که وی در پاسخ گفت به نظر وی اسامی تأمین کنندگان منحصر به فرد است. از این رو **نام- تأمین کننده- دارو** به عنوان نشانگر تعیین شد. تحلیلگر در دفتر یادداشت خود ثبت کرد که از کسی در بخش انبار بپرسد که تأمین کنندگان چگونه شناسایی می‌شوند. نمودار ۵ ضمیمه مدل اطلاعات تجدید نظر شده را نشان می‌دهد.

در نمودار ۵ ضمیمه، رابطهٔ میان **تأمین کننده-دارو** و **دارو** {M و N} است. **مارک-دارو** موجودیت تقاطعی برای رابطه در نظر گرفته شده است. با استفاده از گزارش **تأمین کننده** که در نگاره ۳ ضمیمه نشان داده شده است، این سه تحلیلگر مصداقهایی از موجودیتهای نشان داده شده در گزارش را برای تعیین اعتبار رابطه دارو: **تأمین کننده-دارو** مورد استفاده قرار دادند.

گزارش حاکی از آن است که شرکتهای **اکمی-دارو** و **سوپر-دارو** داروی وایمیسین را عرضه می‌کنند (یک دارو، عرضه کنندگان متعددی دارد) و اینکه شرکت **اکمی-دارو** دو نوع داروی متفاوت را عرضه کرده‌است (یک عرضه کننده دارو می‌تواند داروهای متعددی داشته باشد). از این رو مقدار رابطه **دارو: عرضه کننده دارو** {M و N} است.

۲. فراگرد نسخه‌ها

ته نسخه برگشت داده شده

ته نسخه دکتر

م‌خ-۱
بیمار

۲.۱
اطلاعات
نسخه را
وارد کنید

شماره شناسایی بیمار

بیماران (۲/۲) ۴-۱

نام- پزشک

پزشکان (۱/۲) ۱-۱

ته نسخه ثبت شده

ته نسخه ۹-۱

۱
گزارش رفاه
ماهانه تهیه کنید
اداری

نسخه بهنگام شده

نسخه‌ها ۳-۱

نسخه برای
گرفتن دارو

نسخه برای گرفتن دارو

۲.۲
فهرست دارو
داروخانه را به‌طور
روزانه چاپ کنید

اطلاعات نسخه

اطلاعات بیمار

۲.۳
داروی نسخه
را بدهید
دکتر داروساز

نام بیمار

بیماران (۱/۲) ۴-۱

دکترهای داروساز (۲/۲) ۵-۱

نام دکتر داروساز

دکترهای داروساز (۱/۲) ۵-۱

نام دکتر
داروساز

اطلاعات مربوط به قیمت مارک دارو

پزشکان (۲/۲) ۱-۱

مارک دارو ۷-۱

واحداندازه‌گیری (سنجش)

واحدهای مصرف شده

داروها ۶-۱

۲.۴
گزارش تأمین کننده
را چاپ کن

اطلاعات مارک دارو

اطلاعات دارو

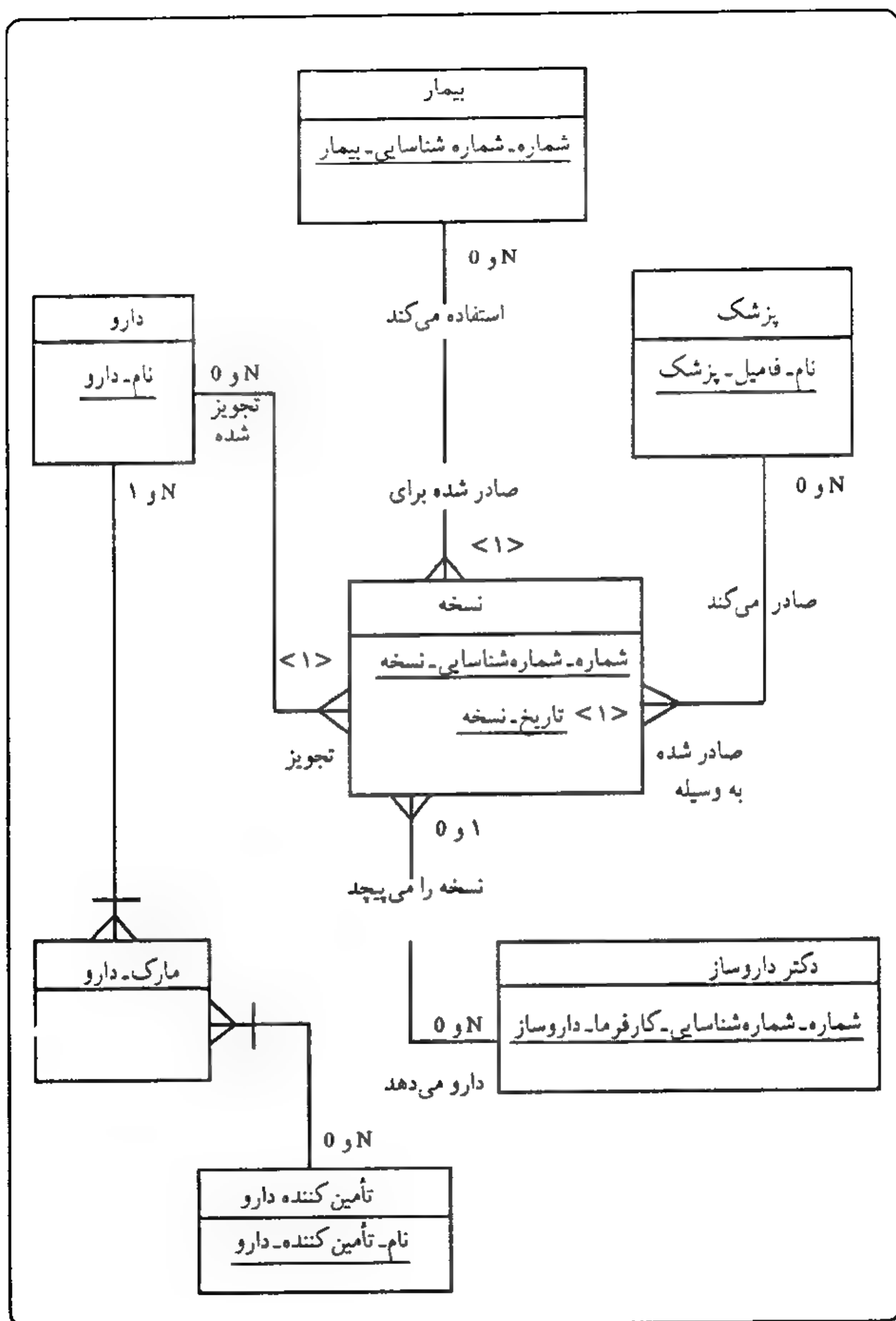
۳
خلاصه دارو
به‌طور هفتگی تهیه
کنید
انبار

گزارش تأمین کننده

اطلاعات تأمین‌کننده

تأمین کنندگان دارو ۲-۱

نمودار ۴ ضمیمه نمودار جریان اطلاعات فراگرد نسخه‌ها



نمودار ۵ ضمیمه پیش‌نویس مدل اطلاعات داروخانه همراه با موجودیتها و روابط

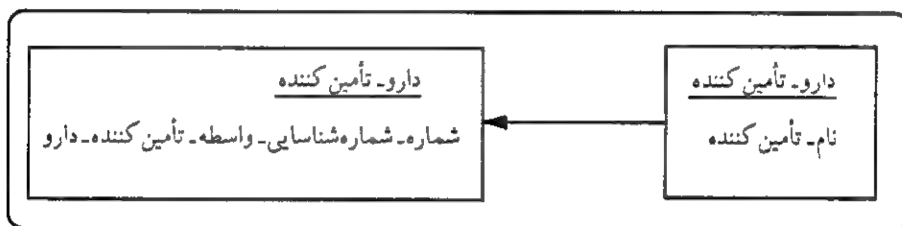
گزارش مورخ ۱۳۷۹/۱۰/۹						
شماره تأمین کننده	نام تأمین کننده	نام دارو	مارک	واحد اندازه‌گیری (سنجش)	مصرف از اول سال تا این تاریخ	مقدار موجود
۰۰۶۷	شرکت داروی اکمی	وایامیسین وراسیلین	وایام‌پلاس وراسیلین	کپسول کپسول	۱۵۰۰ ۱۲۰	۷۵۰۰ ۵۰۰
۰۱۲۵	شرکت سوپر- دارو	میروگسیک وایامیسین	میروگ‌پلاس وایام- دولوکس	کپسول کپسول	۳۰۰۰ ۱۲۵۰	۲۵۰ ۱۳۰۰
۰۱۲۹	شرکت متا- دارو	مالاتال بروسیمین	مالاتال مگابرومو	کپسول ۱۰ میلی‌گرم	۱۰۰ ۲۳۰	۵۰۰ ۱۲۰۰
۰۳۴۰	شرکت سب بامسؤولیت محدود	بروسیمین لپروسیل	سب‌برومو لپروسیل	۱۰ میلی‌گرم ۱۰cc سانتی‌متر مکعب	۶۸۰ ۳۰۰	۵۰۰ ۳۴۰۰

نگاره ۳ ضمیمه گزارش تأمین کننده

سپس، تحلیلگر، برنامه‌نویس و مدیر پروژه نمودار جریان اطلاعات را مورد بررسی قرار دادند تا ببینند رابطهٔ حیاتی میان **داروساز: نسخه** وجود دارد یا خیر. مدل اطلاعات در نمودار ۵ ضمیمه حداقل مقدار رابطه (0) را برای رابطه **نسخه: داروساز** مشخص می‌کند. بدین معنی که نسخه به داروساز وابستگی ندارد. نمودار جریان اطلاعات در نمودار ۴ ضمیمه نشان می‌دهد که نسخه‌ای پیچیده شده است. در فراگرد پیچیدن نسخه بعد از اینکه هم‌اکنون در فراگرد ورود اطلاعات نسخه صادر شده است بنابراین داروساز، نسخه موجود را می‌پیچد ولی نسخه‌ای صادر نمی‌کند. بدین ترتیب نسخه به داروساز وابسته نیست.

تحلیلگر به عنوان گام نهایی در تعیین صحت و اعتبار مدل اطلاعات، با مدیر داروخانه و معاون وی مدل را مورد بازنگری قرار می‌دهد. آنان اعتبار مدل را تأیید می‌کنند و به پرسشهای تحلیلگر که در دفتر یادداشت خود ثبت کرده بود پاسخ می‌دهند

مدیر داروخانه پیشنهاد معاونش را در استفاده از **نام- تأمین کننده- دارو** برای شناسایی **تأمین کننده- دارو** مورد سؤال قرار می‌دهد و به تحلیلگر می‌گوید که شماره «واسطه‌ها» برای شناسایی تأمین کنندگان در انبار و واحدهای اداری بیمارستان به کار رفته است. تحلیلگر نشانگر **تأمین کننده- دارو** را به **شماره- شماره‌شناسایی- واسطه- تأمین کننده- دارو** تغییر می‌دهد و مدل اطلاعات را برای جابجایی نشانگر جدید بهنگام می‌کند (به نمودارهای ۶ ضمیمه و ۷ ضمیمه مراجعه شود).

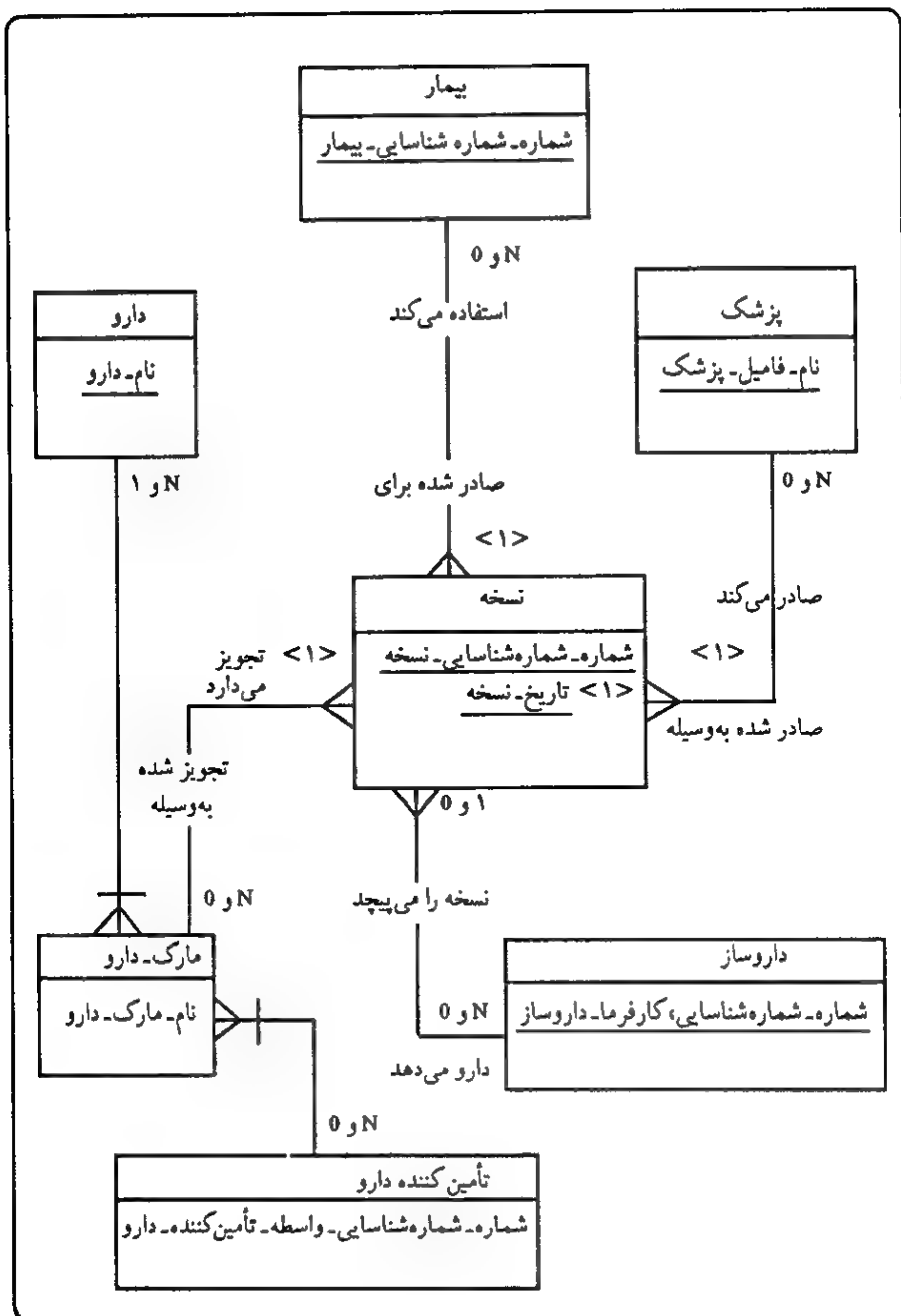


نمودار ۶ ضمیمه تجدید نظر در نشانگر تأمین کننده دارو

تعریف و دسته‌بندی ویژگیها

کار بعدی تحلیلگر این بود که ویژگیهای مدل اطلاعات (نمودار ۷ ضمیمه) را تعریف و دسته‌بندی کند. وی تصمیم می‌گیرد این کار را با تفکیک جریان اطلاعات برچسب نسخه آغاز کند. تحلیلگر یک برچسب نسخه را مورد بررسی قرار می‌دهد (نمودار ۸ ضمیمه) تا ویژگیهای بالقوه را شناسایی کند. نمودار ۹ ضمیمه تحلیل وی را از اطلاعات برچسب نسخه برای شناسایی ویژگیها نشان می‌دهد.

آنگاه تحلیلگر ویژگیهایی را که مورد شناسایی قرار داده بود تعریف کرد و تعاریف را در ذخیره طراحی مستند ساخت. تحلیلگر مراقب بود که تعریف ویژگیها مطابق نظر کاربران و نحوهٔ استفاده آنان باشد. برخی از ویژگیها مانند **شماره- شماره شناسایی- نسخه** و **نام- فامیل- پزشک** به عنوان نشانگر تعریف شده بود. برای مثال تحلیلگر برای ارائه تعریف ذیل، جهت ویژگی دستورالعمل مقدار مصرف نسخه با یک داروساز مشورت می‌کند.



نمودار ۷ ضمیمه مدل اطلاعات داروخانه با موجودیتها و روابط

داروخانه بیمارستان شفا
تاریخ:
شماره ۰۸۷۹۳ دکتر رضا صفا
موسوی، اکبر
یک قرص صرف شود
روزانه تا تمام شود
پیش از غذا صرف شود
مقدار وایامیسین : ۲۱ داروساز : باقری

نمودار ۸ ضمیمه برچسب نمونه نسخه

برچسب نسخه

۱. تاریخ، ۲. شماره نسخه، ۳. نام پزشک، ۴. نام بیمار، ۵. دستورالعمل مصرف دارو، ۶. نام دارو، ۷. مقدار دارو، ۸. نام داروساز

۱. تاریخ ← تاریخ ـ نسخه
۲. شماره نسخه ← شماره ـ شماره‌شناسایی ـ نسخه
۳. نام پزشک ← نام ـ کوچک ـ پزشک
نام ـ نام مخفف ـ نام میانی (لقب) ـ پزشک
نام ـ فامیل ـ پزشک
۴. نام بیمار ← نام ـ کوچک ـ بیمار
نام ـ فامیل ـ بیمار
۵. دستورالعمل مصرف ← متن ـ دستورالعمل ـ مقدار مصرف ـ نسخه
۶. نام دارو ← نام ـ دارو
۷. مقدار دارو ← شماره ـ مقدار ـ دارو ـ نسخه
۸. نام داروساز ← نام ـ کوچک داروساز

نمودار ۹ ضمیمه تفکیک اطلاعات برچسب نسخه

تعریف: دستورالعمل مصرف دارو، تعداد واحد دارویی را که بیمار در هر نوبت باید مصرف نماید مشخص می‌سازد و همچنین روشهای خاصی که برای استفاده از دارو باید به کار گرفته شود. برای مثال یک دستورالعمل می‌تواند به صورت ذیل باشد: «سه نوبت در روز و در هر نوبت یک قرص مصرف شود».

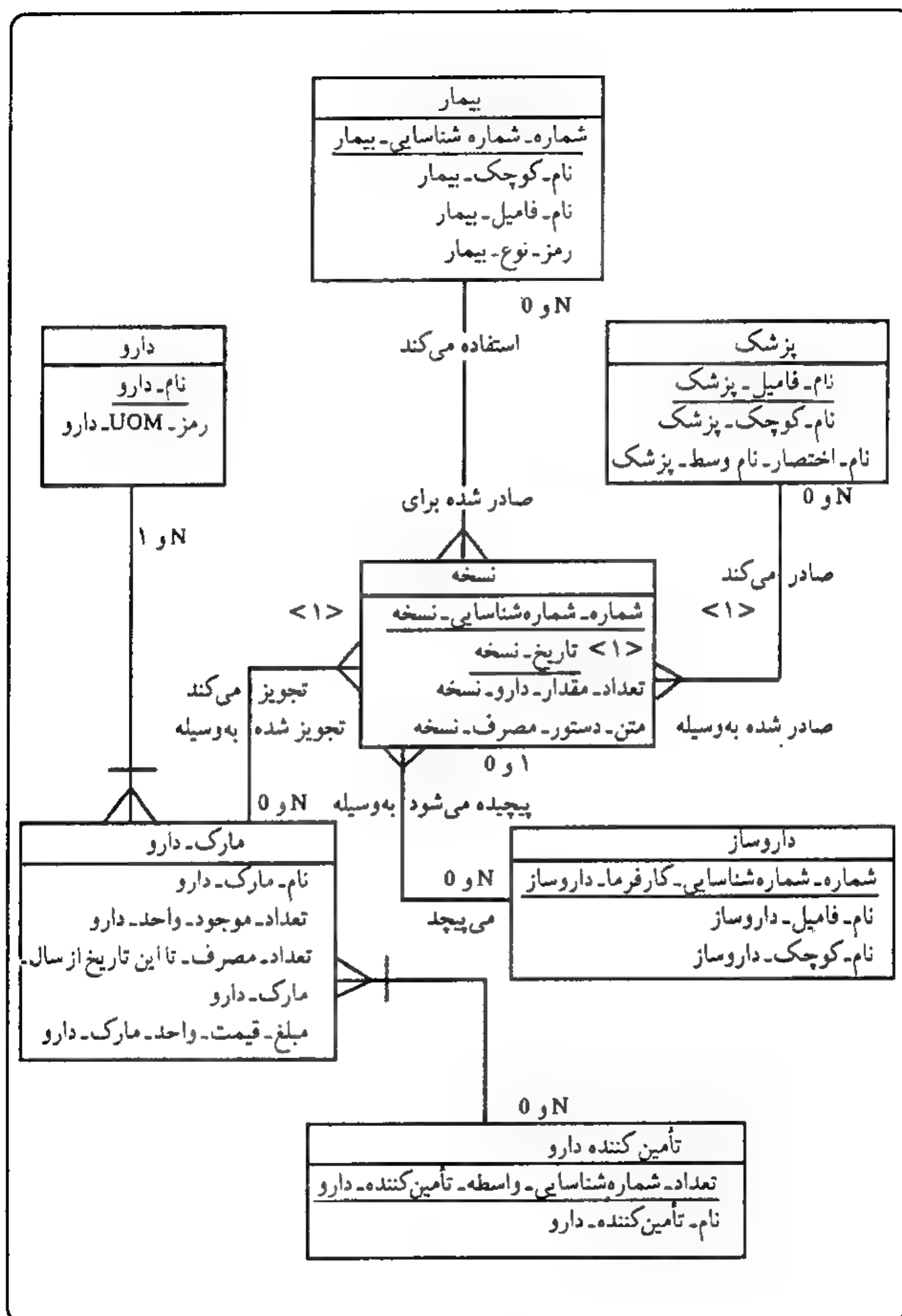
ویژگیهای فنی دستورالعمل چگونگی مصرف دارو تجویز شده در نسخه تعریف می‌شود تا مطمئن شویم که می‌توانیم آن را به عنوان یک خروجی سیستم به‌طور رضایتبخش تولید کنیم. تحلیلگر براساس گفتگوی خود با داروساز مشخص کرد که دستورالعمل مصرف یک فیلد متنی ۹۰ حرفی خواهد بود.

سپس تحلیلگر ویژگی دستورالعمل مصرف را در یک موجودیت قرار داد. دستورالعمل مصرف یکی از مختصات نسخه به شمار می‌آید.

سرانجام، تحلیلگر ویژگی دستورالعمل مصرف را با استفاده از رهنمودهای نگارهٔ ۲ـ۴ نامگذاری می‌کند. از آنجا که دستورالعمل مصرف، فیلد یا عنصر داده‌ای به صورت متن است (مجموعه کلمات آن **متن** است). تحلیلگر برای روشنتر ساختن تعریف ویژگی از کلمات افزایش دهندهٔ کیفیت: **مصرف** و **دستورالعمل** استفاده می‌کند و **نسخه** را به عنوان موجودیت برای نام حاصل که عبارت از **متن- دستورالعمل- مصرف- نسخه** است اضافه می‌کند و موجودیت برای دستورالعمل مصرف: **متن- دستورالعمل- مصرف- نسخه** است. تحلیلگر نام ویژگی را به صورت: **متن- دستور- مصرف- نسخه** خلاصه کرد.

تحلیلگر همچنین به تعریف ویژگیها با استفاده از جریان اطلاعات گزارش تأمین کننده (نگاره ۳ ضمیمه) ادامه می‌دهد. تحلیلگر درحالی که ویژگی «**مصرف- تا- این- تاریخ- از سال**» را با استفاده از گزارش تأمین کننده دارو تعریف می‌کرد مسأله‌ای را در مدل اطلاعات داروخانه کشف می‌کند.

تحلیلگر می‌دانست که ویژگی برای «**مصرف- تا- این- تاریخ- از سال**» استخراج شده بود وی این ویژگی را تعریف کرده و دسته‌بندی کرده بود تا ببیند که می‌تواند از ویژگیهای مدل داده‌ها نیز آن را به دست آورد. تعریف «مصرف تا این تاریخ از سال» فرمولی بود که ویژگی از آن به‌دست می‌آمد:



نمودار ۱۰ ضمیمه مدل اطلاعات نهایی شده داروخانه با ویژگیها

«برای یک مارک خاص از دارو (که با **نام ـ مارک ـ دارو** شناسایی می‌شود) نسخه‌هایی را به دست آورید که **تاریخ ـ نسخه** بزرگتر یا مساوی با نخستین روز سال و کمتر یا برابر تاریخ گزارش باشد. جمع مقدار: **تعداد ـ مقدار ـ دارو ـ نسخه** برای هر نسخه به‌دست خواهد آمد». تعریف فنی ویژگی «عدد ۷ رقمی بدون اعشار می‌شود». تحلیلگر ویژگی را: **تعداد ـ مصرف ـ تا این تاریخ از سال ـ مارک ـ دارو** نام نهاد.

تحلیلگر با مرور مدل اطلاعات نمودار ۱۰ ضمیمه متوجه می‌شود که موجودیت **نسخه** می‌بایست با موجودیت **مارک ـ دارو** مرتبط باشد تا این امکان را فراهم کند که مقادیر **تعداد ـ تا این تاریخ از سال ـ دارو ـ نسخه** را بتوان جمع زد و مقدار **مارک ـ دارو** را به‌دست آورد. وی رابطهٔ **نسخه** با **مارک ـ دارو** را برقرار می‌کند و رابطهٔ میان **دارو** و **نسخه** را حذف می‌کند زیرا رابطهٔ جدید **مارک ـ دارو: نسخه** مسیر جدیدی را از طریق **مارک ـ دارو** میان **نسخه** و **دارو** برقرار کرده است. مدل اطلاعات نهایی شده برای خرده‌سیستم داروخانه در نمودار ۱۰ ضمیمه نشان داده شده است و ذخیرهٔ طراحی نهایی شده نیز برای مدل اطلاعات در نگاره ۴ ضمیمه آمده است.

تعیین اعتبار ویژگیها با گزارشهای خروجی و صفحات نمایش اطلاعات

تحلیلگر پس از آنکه تعریف و دسته‌بندی ویژگیها در موجودیتهای مدل اطلاعات را نهایی کرد صحت مدل را با خروجیهای سیستم معین می‌کند. تعیین اعتبار نهایی برای حصول اطمینان از اینکه تمام ویژگیها تعریف و دسته‌بندی شده باشند صورت می‌پذیرد.

مدل اطلاعات نمودار ۱۰ ضمیمه تمام ویژگیهای مورد نیاز خرده‌سیستم داروخانه را دربردارد هرچند که وجود دائمی تمام ویژگیها در مدل اطلاعات مطلوب نیست زیرا خواندن مدل را دشوار می‌نماید. یک راه برای حل این مسأله، نگهداری فهرستی از ویژگیهای طبقه‌بندی شده براساس پیشوند موجودیت است (به ذخیرهٔ طراحی در نگاره ۴ ضمیمه مراجعه شود). در هر صورت نشانگرها همواره باید در مدل اطلاعات نشان داده شوند.

موجودیت		
دارو	شرح	ماده‌ای شیمیایی که بیمار به دلیل پزشکی مصرف می‌کند. دارو می‌تواند با نسخه یا بدون نسخه باشد. برای مثال «وایمیسین» یا آسپرین دارو به شمار می‌آیند.
مارک- دارو	شرح	هر داروی خاصی که به‌وسیله یک تأمین‌کننده دارو تحت مارک معین ارائه می‌شود. برای مثال: اکمی دارو وایمیسین‌پلاس. **مارک- دارو** ترکیبی از **دارو** و **تأمین کننده دارو** است.
تأمین کننده - دارو	شرح	سازمانی که برای فروش دارو به داروخانه‌ها مجوز گرفته است. این سازمان می‌تواند یک تولید کننده دارو، عمده‌فروش یا بیمارستان و مانند آن باشد. برای مثال شرکت تولیددارو یک تأمین کننده به شمار می‌آید.
بیمار	شرح	کسی که در بیمارستان تحت درمان قرار دارد یا دارو خرید می‌کند.
داروساز	شرح	کسی که گواهینامه داروسازی از دانشگاه علوم پزشکی دریافت کرده بیمارستان او را استخدام کرده است.
پزشک	شرح	کسی که گواهینامه پزشکی داشته و از وزارت بهداشت‌ودرمان جواز طبابت دریافت کرده است.
نسخه	شرح	نسخه‌سفارشی برای دارو است. نسخه برای دارویی است که به‌وسیله پزشک تجویز شده و بیمار آن را مصرف می‌کند.
		روابط
بیمار: نسخه	مقدار رابطه شرح	0 و N؛ ۱ و ۱ بیمار می‌تواند نسخه‌ای نداشته باشد یا تعداد زیادی نسخه داشته باشد، ولی هر نسخه فقط برای یک بیمار صادر می‌شود. یک نسخه بدون وجود بیمار وجود نخواهد داشت.
داروساز: نسخه	مقدار رابطه شرح	0 و N؛ 0 و ۱ داروساز می‌تواند نسخه‌ای را نپیچد یا نسخه‌های زیادی را بپیچد ولی هر نسخه تنها به وسیله یک داروفروش می‌تواند پیچیده شود. یک نسخه بدون وجود داروساز می‌تواند وجود داشته باشد زیرا پزشک نسخه را پیش از پیچیدن آن صادر می‌کند.

روابط		
پزشک: نسخه	مقدار رابطه	0 و N؛ ۱ و ۱
	شرح	پزشک می‌تواند نسخه‌های بی‌شماری صادر کند ولی هر نسخه می‌تواند تنها به وسیله یک پزشک صادر شده باشد. نسخه بدون پزشکِ معتبر نمی‌تواند وجود داشته باشد.
مارک- دارو: نسخه	مقدار رابطه	0 و N؛ ۱ و ۱
	شرح	هر مارک دارو به وسیله پزشکان متعددی می‌تواند تجویز شده باشد، ولی هر نسخه فقط می‌تواند یک مارک دارو را تجویز کند. نسخه بدون مارک دارو نمی‌تواند وجود داشته باشد.
مارک- دارو: تأمین‌کننده	مقدار رابطه	چند به چند
	شرح	هر دارو به وسیله تأمین کنندگان داروی بسیاری تأمین شود و هر تأمین کننده دارو می‌تواند داروهای بسیاری را عرضه کند. موجودیت **مارک- دارو** ترکیبی از **دارو** و **تأمین کننده دارو** است.

ویژگیها و نشانگرها *

نام- مارک- دارو

تعداد- در دسترس- واحد- مارک- دارو

مبلغ- قیمت- واحد- مارک- دارو

تعداد- مصرف- از اول سال تا این تاریخ- مارک- دارو (استخراج شده)

نام- دارو

نام- تأمین کننده- دارو

شماره- شماره‌شناسایی- واسطه- تأمین کننده- دارو

رمز- نسیه- دارو

نام- کوچک- بیمار

شماره- شماره‌شناسایی- بیمار

نام- فامیل- بیمار

رمز- نوع- بیمار

ویژگیها و نشانگرها *
شماره- شماره‌شناسایی- کارفرما- داروساز نام- کوچک- داروساز نام- فامیل- داروساز نام- کوچک- پزشک نام- فامیل- پزشک نام- حروف اول نام- لقب- پزشک تاریخ- نسخه متن- دستور- مصرف- نسخه تعداد- مقدار- دارو- نسخه شماره- شماره‌شناسایی- نسخه

نگاره ۴ ضمیمه طراحی ذخیره برای مدل اطلاعات داروخانه

تلفیق خرده‌سیستم مدلهای اطلاعات

هدف از تلفیق خرده‌سیستم، رفع هرگونه نقصان میان مدلهای خرده‌سیستم است به گونه‌ای که یک پایگاه اطلاعات منفرد را بتوان طراحی کرد که به بهترین وجه نیازهای اطلاعاتی همه خرده‌سیستمها را برآورده سازد. تلفیق خرده‌سیستم مهم است زیرا هرگونه نقصان باقیمانده پس از تلفیق خرده‌سیستمها باید به وسیله متخصصان فنی پایگاه اطلاعاتی حل شود که آنان ممکن است شناخت درستی از نیازهای کاربر نداشته باشند. تلفیق خرده سیستم از آن جهت نیز حائز اهمیت است که مدلهای اطلاعات خرده‌سیستم با توجه به روابط، نشانگرها، وابستگیها و ویژگیها متفاوت باشند.

تحلیلگر، ضمن تلفیق خرده‌سیستمها، مدلهای اطلاعات داروخانه، بخش اداری و انبار را ترکیب می‌کند تا مدل اطلاعات سیستم به‌دست آید. درحالی که او بخش اداری و داروخانه را تلفیق می‌کرد متوجه شد که رابطهٔ **مارک- دارو: نسخه** در مدل اطلاعات

داروخانه به کار رفته و **رابطه دارو: نسخه در مدل اطلاعات بخش اداری به کار رفته است.**

تحلیلگر مشخص کرد که رابطه میان **نسخه و دارو** مسیر تکراری است. گرچه بخش اداری می‌بایست گزارش **داروها نه مارک-داروها** را بدهد ولی تحلیلگر می‌دانست که رابطه میان **نسخه و مارک-دارو** است که **نام-دارو** را برای نسخه تولید می‌کند. مقدار **نام-دارو** را همواره می‌توان از مقدار **نام-مارک-دارو** معین کرد زیرا گرچه رابطه میان **دارو و مارک-دارو** {۱ و N} است، رابطه میان **مارک-دارو و دارو** {۱ و ۱} خواهد بود. بدین معنی که یک نمونه از **مارک-دارو** درست با یک نمونه از **دارو** مرتبط است. از این رو رابطه **دارو: نسخه** حذف گردید.

منابع و مآخذ

رضائیان، علی؛ تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم؛ تهران: سمت، ۱۳۷۶.

Ackoff, Russell L., "Management Misinformation Systems." *Management Science*; 14, December 1967: B147-B156.

Alter, Steven; *Information Systems A Management Perspective*; New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1992.

Awad, Elias M.; *Management Information Systems: Concepts, Structure, and Applications*; Ca: The Benjamin/ Cummings Publishing Co, Inc., 1988.

Axelson, Charles F. "How to Avoid the Pitfalls of Information Systems Development." *Financial Executive*; April 1976.

Baldwin, Carlis Y. and Kim B. Clark; "Managing in an Age of Modularity,"*Harvard Business Review*; September-October, 1997.

Baum, David, and Strehlo, Kevin; "Which RDBMS Can Handle Your Toughest Jobs?" *Datamation*; 40 (July 1, 1994), pp. 61-66.

Blanchard, Benjamin S., and Walter J. Fabrychy; *Systems Engineering and Analysis*; 2nd edition, Englewood, Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1990.

Cardenas, Alfonso, F.; *Data Base Management Systems*; Boston: Allyn & Bacon, 1989.

Chen P.; "The Entity- Relationship Model- A Basis for the Enterprise View of Data," *AFIPS Conference Proceedings*; 46 (1977), pp 77-84.

———; "The Entity-Relationship Model toward a unified view of data," *ACM Transactions on Database System*; 1, March 1976, pp. 9-36.

Christensen, Clayton M. and Richard S. Rosenbloom; "Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value

Network," *Research Policy*; March 1995.

Curtis, Graham; *Business Information Systems: Anaiysis, Design and Practise*; New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1989.

Davis, Gardon B. and Margrethe H. Olson; *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development*; 2nd Edition, New York: Mc Graw-Hill book Co, 1985.

Druker, Peter; *Post-Capitalist Society*; Oxford, England: Butterworth Heinemann, 1993.

Eliason, Alan L.; *Systems Development: Analysis, Design and Implementation*; Boston: Little, Brown and Co., 1987.

English, L. P.; "The High Costs of Low Quality Data," *DM Review*; Volume 8, January 1998, pp. 38-52.

Eppinger, Steven D., Daniel E. Whitney, Robert P. Smith and David Gebala; "A Model-Based Method for Organizing Tasks in Product Development", *Research in Engineering Design*; 1994.

Gelb, Jack P.; "System-Managed Storage". *IBM Systems Journal*; 28 (Number 1, 1989): pp. 77-103.

Hamel, G. and C. K. Prahalad; *Competing for the Future*; Boston: Harvard Business School Press, 1994.

Handy, Charles; *The Age of Unreason*; Boston: Harvard Business School Press, 1989.

Hawryszkiewycz, Igor; *Systems Analysis and Design*; 4th edition, New York Prentice-Hall, 1997.

Hopeman, Richard J.; *Systems Analysis and Operations Management*; Columbus, OH Charles E. Merrill, 1969, pp. 79-103.

Ianciti, Marco and Alan Mac Comark; "Developing Products on Internet Time", *Harvard Business Review*; Vol. 33, no. 1, Jan-Feb., 1995. pp. 34-42.

Jordan, Eleanor W. and Jeffry J. Machesky; *Systems Development Requirements Evaluation, Design and Implementation*; Boston, Mass: PWS- Kent Publishing Co., 1990.

Kroenke, D. M. and K. A. Dolan; *Database Processing: Fundamentals, Design, Implementation*; 3rd edition, Chicago: Science Research Associates, 1988.

Laudon, Kenneth C., and Jane P. Laudon; *Essentials of Management Information Systems: Transforming Business and Management*; Third Edition, New Jersey: Prentice-Hall 1999.

Levitin, Anany V., and Thomas C. Redman; "Data as a Resource: Properties, Implications, and Prescriptions," *Sloan Management Review*; Vol. 40, No. 1, Fall 1998, pp. 89-101.

Licker, Paul S.; *Fundamentals of Systems Analysis With Application, Design and Implementation*; Boston, Boyd and Fraser Publishing Co., 1994.

Little field, C. L. et al.; *Management of Office Operations*; New Delhi, Prentice-Hall of India, 1986.

McLeod, Raymond Jr.; *Management Information Systems*; Seventh edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1998.

Merton, Robert C. and Zui Bodie; "A Conceptual Framework for Analyzing the Financial Environment," *The Global Financial System: A Functional Perspective*; Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1995.

Metzger, Philip W.; *Managing a Programming Project*; 2nd ed. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1991.

Murdick, Robert G., and John C. Munson; *MIS Concepts and Design*; 2nd edition, New Jersey: Prentice-Hall, Lnc., 1986.

Nadler, M. Gerstein, R. Shaw, and associates; *Organization Architecture: Designs for Changing Organizations*; San Francisco: Jossey- Bass, 1992.

Nevins, James L. and Daniel E. Whitney; *Concurrent Design of Products and Processes*; New York: Mc Graw-Hill, 1989.

O´Brien, James A.; *Information Systems In Business Management;* 5th edition, Homewood Illinois, IRWIN, 1988.

Orr, Kenneth T.; *Structured Systems Development*; New York: Yourdon Press, 1987.

O´Leary, T. J. and Brian K. Williams; *Computers and Information Systems*; 2nd edition, Redwood City, Ca: The Benjamin/ Cummings Publising Co, Inc., 1989.

Page-Jones, Meiler; *A Practical Guide to Structured Systems Design*; 2nd edition New York: Yourdon Press: 1992.

Pine III, B. J.; *Mass Customization*; Boston: Harvard Business School Press, 1993.

Powers, Michael J., Paul H. Cheney and Galen Crow; *Structured Systems Development: Analysis, Design, Implementation*; 2nd edition Boston: Boyd and Fraser Publishing Co, 1990.

Quinn J. B.; *Intelligent Enterprise*; New York: Free Press, 1992.

Ross, Joel E., Robert G. Murdick and James R. Claggett; *Information Systems for Modern Management*; 3rd edition, New Delhi: Prentice-Hall, 1991.

Schoderbek, Peter P., Asterios G. Kefalas, and Charles C. Schoderbek;*Management Systems: Conceptual Considerations*; Dallas, Texas, 1975.

Scott, George M.; *Principles of Management Information Systems*; New York: McGraw-Hill book Co., 1986.

Senn, James A.; *Information Systems in Management*; 4th edition, Belmont, California: Wadsworth Publishing Co., 1990.

Sprague, Ralph H. R., and Barbara C. McNurlin; *Information Systems Management in Practice*; New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 1986.

Thierauf, Robert J.; *Effective Management Information Systems*; Columbus: Charles E. Merrill Publishing Co., 1984.

Venkatraman, N. and John C. Henderson; "Real Strategies for Virtual Organizing", *Sloan Management Review;* Vol. 40, No. 1, Fall 1998.

Whitten, Jeffreg L., Lonnie D. Bentley, and Victor M. Barlow; *Systems Aralysis and Design Methods*; 2nd edition , Tokyo Japan: Irwin, Inc., 1990.

Womak, J. P. and D. T. Jones, and D. Roos; *The Machine That Changed the World*; New York: Rawson Associates, 1990.

تصوير ابو عبدالرحمن الكردي

Management Information System

(Data Modeling)



Ali Rezaian PhD

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۹-۵۹۰-۵
قیمت: ۲۴۵۰۰ ریال
مرکز پخش و نمایشگاه دائمی: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، خیابان ابوریحان،
شماره ۲ ـ تلفن: ۶۶۴۰۸۱۲۰ نمابر: ۶۶۴۰۵۶۷۸

